



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO
TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

JANNE VAKSILA
TERÄKSEN ESIKÄSITTELYN TUOTANTOTEKNISEN SUUNNIT-
TELUN KEHITTÄMINEN
Diplomityö

Tarkastaja: professori Paul H. Andersson

Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Automaatio-, kone- ja materiaalitekniikan
tiedekuntaneuvoston kokouksessa 9. tou-
kokuuta 2012

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Konetekniikan koulutusohjelma

VAKSILA, JANNE: Teräksen esikäsittelyn tuotantoteknisen suunnittelun kehittäminen

Diplomityö, 70 sivua

Kesäkuu 2012

Pääaine: Koneteollisuuden tuotantotekniikka

Tarkastaja: professori Paul H. Andersson

Avainsanat: Tuotantotekninen suunnittelu, esikäsittely, Lean, toiminnan kehittäminen, tuotannonsuunnittelu

Tutkimustyön tavoitteena oli löytää keinoja kehittää Ruukki Metals Oy:n Seinäjoen yksikön teräksen esikäsittelyn tuotantoteknisen suunnittelun toimintaa. Ruukki Metals Oy:n Seinäjoen yksikkö tekee teräksen esikäsittelyä, se muun muassa kaasu-, plasma- ja laserleikkaa sekä viisteyttää ja särmää osia jatkojalostukseen soveltuviksi komponenteiksi. Esikäsittelytoiminnon tuotantoteknisen suunnittelu muodostuu kahdesta työnvaiheesta, geometrian piirrosta ja nestauksesta. Tuotantoteknistä suunnittelua oli tavoitteena kehittää ja parantaa Lean -filosofian mukaisesti ja siihen pohjautuvien menetelmien avulla.

Työn teoreettisessa osuudessa tarkasteltiin Lean -filosofian periaatteita. Työssä käytiin lävitse Lean -filosofian perusteiden kuten muun muassa hukan, arvon ja arovirran määritelmää. Toisena tarkastelun kohteena oli tuotannonohjauksen teoria. Tuotannonohjauksen kirjallisessa tutkimuksessa selvitettiin tuotannonsuunnittelun ja tuotantoteknisen suunnittelun määritelmiä ja periaatteita. Teoreettiseen tutkimustyöhön sisältyi suomalaisiin ja ulkomaalaisiin kirjallisuuslähteisiin perehtyminen. Teoreettisen tutkimustyön lisäksi työ sisälsi kehittämiskohteen nykytilan analysoinnin, tarkempien kehittämistarpeiden määrittämisen sekä kehittämistyön. Myös jatkokehitystarpeet määritettiin.

Tutkimuksen päätavoitteena oli selvittää tuotantoteknisen suunnittelun nykytila ja etsiä ne kehityskohteet, joita kehittämällä koko tuotantoteknisen suunnittelun toimintaa saadaan kehitetty ja tehostettua. Päätavoitteen pohjalta muodostettiin kolme kokonaisuutta, joita kehittämällä koko tuotantoteknisen suunnittelun toimintaa saadaan parannettua. Ne olivat hukan poistaminen ja laatu- ja kustannusten pienentäminen sekä toimitusvarmuuden lisääminen.

Työ osoitti, että vaikka tuotantoteknisen suunnittelun toiminta oli kokonaisuudessaan vähintäänkin kohtalaisella tasolla, niin kehitettävää löytyy. Arvoa tuottamatonta työtä tehdään monessa vaiheessa ja hukkaa syntyy jatkuvasti. Näitä eliminoimalla, toiminnasta saadaan entistä tehokkaampaa. Sillä varmistetaan kilpailukyky tiukentuvilla markkinoilla.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Mechanical Engineering

VAKSILA, JANNE: Development of technical design in steel processing

Master of Science Thesis, 70 pages

June 2012

Major: Industrial engineering

Examiner: Professor Paul H. Andersson

Keywords: Technical design, Steel processing, Lean, Development, Production planning

The objectives of this Master's Thesis were clarifying the situations of the technical desing in steel processing of Ruukki Metals Oy Seinäjoki unit and develop it. Ruukki Metals Oy Seinäjoki unit is a manufacturer In steel processing. In the parts manufacture, the pieces are cut, bent, and finished into components that are ready for the assembly welding. The technical desing of steel processing includes geometry drawing and nest-ing. The purpose of this thesis was to develop technical desing by using methods and scopes of Lean -philosophy.

Lean -philosophy have been studied in the theoretical part of this Master's Thesis. All arguments of Lean -philosophy, example waste, value and value stream, have been explored in this Master's Thesis. The second part of literature research was theory of production management. The scopes of production planning and technical design have been presented in the theoretical part. The theoretical part of this thesis includes also familiarization with Finnish and foreign literature sources. In addition of theoretical part, this thesis includes the current state analysis and also development work. Also fol-low-up tasks were determined.

The main objectives of this thesis were clarifying the situations of current state of technical design and find the development targets. In this Master's Thesis, three differ-ent development targets were constituted, based on main purpose. These targets were remove the waste, lower the cost of quality and improve delivery accuracy.

The thesis showed that although the function of the technical design was almost in good level, there were still needs for development. There is lot of work in many work phases which does not add the value. And there is also waste in many work phases. By eliminating these factors operation can be still more efficient. This will ensure the com-petitiveness in the market.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty terästuotteita ja niihin liittyviä esikäsittely-, logistiikka- ja varastointipalveluja tarjoavalle Ruukki Metals Oy:lle vuonna 2012. Työssä tutkitaan Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittely toiminnon Seinäjoen yksikön tuotantoteknisen suunnittelun toimintaa.

Haluan kiittää Ruukki Metals Oy:tä mahdollisuudesta tehdä diplomityö mielenkiintoisesta ja haastavasta aiheesta. Erityisesti haluan kiittää Ruukki Metals Oy:n Seinäjoen yksikön henkilökuntaa avusta työni parissa. Kiitokset haluan antaa myös työni tarkastajalle professori Paul H. Anderssonille asiantuntevasta ohjauksesta ja hyvistä neuvoista.

Kaikkein suurimmat kiitokseni haluan osoittaa perheelleni, pojilleni Juholle ja Juusolle sekä erityisesti vaimolleni Sadulle. Ilman teidän tukea ja kannustusta sekä ymmärrystä ja pitkämielisyyttä opiskeluni aikana tämä ei olisi ollut mahdollista.

Seinäjoella 25.6.2012

Janne Vaksila

SISÄLLYS

Abstract	iii
Termit ja niiden määritelmät	vii
1 JOHDANTO	1
1.1 Työn tausta.....	1
1.2 Ongelmakuvaus.....	2
1.3 Työn rajaukset ja tavoitteet.....	2
2 TUOTANNONOHJAUS.....	3
2.1 Tuotannonsuunnittelu	4
2.1.1 Kokonaissuunnittelu	4
2.1.2 Karkeasuunnittelu	4
2.1.3 Hienosuunnittelu.....	4
2.2 Tuotantotekninen suunnittelu.....	4
2.2.1 Työnvaiheistus.....	5
2.2.2 Menetelmäsuunnittelu	5
2.2.3 Työvälinesuunnittelu.....	5
2.2.4 Työajan määrittäminen.....	6
2.3 Töiden priorisointi.....	6
3 KEHITTÄMISMENETELMÄT.....	9
3.1 Lean	9
3.1.1 Mitä Lean on?.....	9
3.1.2 Hukka	10
3.1.3 Arvo	12
3.1.4 Arvovirta	13
3.1.5 Virtaus.....	13
3.1.6 Täydellisyyden tavoittelu	14
3.1.7 Neljän P:n malli.....	14
3.1.8 Laatukustannukset	16
4 TOIMINTAYMPÄRISTÖ	18
4.1 Perustietoa yrityksestä	18
4.1.1 Esikäsittelylaitos	18
4.1.2 Tuotevalikoima ja asiakkaat.....	18
4.2 Tuotannonohjausjärjestelmät	19
4.2.1 SAP	20
4.2.2 Nestix	21
4.3 Tilaustenhallinta	21
4.3.1 Tarjouslaskenta.....	21
4.3.2 Tilaustenkäsittely.....	22
4.4 Tuotantotekninen suunnittelu.....	22
4.4.1 Geometrianpiirto ja työvaiheistus.....	22
4.4.2 Nestaus	23

4.5	Tuotanto.....	24
4.5.1	Tuotantoyksiköt.....	24
4.5.2	Tuotantoprosessit.....	24
5	TUOTANTOTEKNISEN SUUNNITTELUN NYKYTILANTEEN SELVITYS.....	28
5.1	Tutkimusmenetelmät.....	29
5.2	Tutkimustulokset.....	29
5.3	Analyysi tuloksista.....	44
6	KEHITTÄMISKOHTEET.....	49
7	TULOKSET.....	51
8	YHTEENVETO JA JATKOKEHITYS.....	58
	Lähteet.....	62

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Nestix	Tuotannonohjausjärjestelmä ja nestausohjelmisto.
SAP	Toiminnanohjaus ohjelmisto
ERP-järjestelmä	Tietojärjestelmä, jonka toiminnallisuus kattaa yrityksen toiminnan kaikki osa-alueet (Enterprise Resource Planning System).
Nauhalevy	Kuumavalssatut nauhalevyt valmistetaan kuumanauhakeloista aukikelaamalla, oikaisemalla ja katkaisemalla ne asiakkaan haluamaan määrämittaan
Kvarttolevy	Kvarttolevyt kuumavalssataan suoraan levyiksi ja leikataan asiakkaan haluamiin mittoihin.
ppm	Parts Per Million on prosenttien ja promillen kaltainen suhteellinen pitoisuusmitta, joka ilmaisee, kuinka monta miljoonasosaa jokin on jostakin.
Postprosessori	Postprosessori on ohjelma, joka muuttaa ohjelmointikoodin tiettyyn konekohtaiseen, esimerkiksi laserleikkauskoneen, muotoon.
MRP	Tarvelaskenta (Material Requirements Planning)
ATP	Toimituslupaus (Available To Promise)

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Teollisuuden kilpailutekijöiden muuttuessa ja kilpailun jatkuvasti kiristyessä yritykset ovat joutuneet kiinnittämään entistä enemmän huomiota toiminnan kehittämiseen ja tehostamiseen. Pysyäkseen mukana kilpailussa kiristyvässä markkinatilanteessa yritysten on entistä enemmän tavoiteltava jatkuvaa parantamista omassa toiminnassaan. Tämä kyseinen asia on tullut vastaan myös Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittelytoiminnassa.

Tämän työn tavoitteena on löytää Ruukki Metals Oy:n Teräksen esikäsittelytoiminnon tuotantoteknisen suunnittelun toiminnasta kehityskohteita, joilla saadaan kehitettyä ja tehostettua koko tuotantoteknisen suunnittelun toimintaa. Työssä tullaan tutkimaan Lean -filosofian periaatteita sekä menetelmiä. Lean -filosofiaan perehtymällä tullaan etsimään tuotantoteknisen suunnittelun toiminnan kehittämiseen vaikuttavia tekijöitä ja toimintaa tullaan kehittämään Lean -filosofian periaatteita noudattaen ja niiden mukaisesti.

Rautaruukki Oyj on suomalainen pörssiyhtiö, joka toimittaa metalliin perustuvia komponentteja, järjestelmiä ja kokonaistoimituksia rakentamiseen ja konepajateollisuudelle. Vuodesta 2004 yhtiö on käyttänyt markkinointinimeä Ruukki. Ruukin strategian mukaisesti se on rakentamisen ja konepajateollisuuden asiantuntija, jolla on vahva erikoisteräsosaaminen. Ruukin teräsliiketoiminnasta vastaava Ruukki Metals Oy on Rautaruukki Oyj:n yksi tytäryhtiöistä Ruukki Construction Oy:n ja Ruukki Engineering Oy:n lisäksi. Ruukki Metals Oy valmistaa energiatehokkaita erikoisterästuotteita joita ovat muun muassa erikoislujat, kulutusta kestävät ja erikoispinnoitetut tuotteet vaativiin sovelluksiin. Ruukki Metals Oy:n teräspalvelukeskukset toimittavat terästuotteita sekä niihin liittyviä esikäsittely-, logistiikka- ja varastointipalveluja.

Tässä työssä keskitytään Ruukki Metals Oy:n Teräksen esikäsittely -toiminnon Seinäjoen ja Raahen yksiköiden tuotantoteknisen suunnittelun toiminnan kehittämiseen. Esikäsittelytoiminnossa tuotantotekninen suunnittelu käsittää käytännössä kaksi eri toimintoja. Ne ovat geometrian piirto ja nestaus eli sijoittelu. Yleisesti tuotantotekninen suunnittelu vastaa kysymykseen miten ja missä tuotteen osat valmistetaan. Tuotantoteknisten suunnittelijoiden pitää olla valmistustekniikan hyvin hallitsevia henkilöitä. Osa tuotantoteknisen suunnittelun osatoiminnoista, esimerkiksi työnvaiheistus ja työajan määrittäminen palvelevat myös tuotannon suunnittelua ja -ohjausta. Tuotantoteknisen suunnittelun tavoitteena on taloudellisuus ja laatu.

1.2 Ongelmakuvaus

Tuotantotekninen suunnittelu on merkittävässä roolissa, kun puhutaan toiminnan kokonaistoimitusvarmuudesta ja laadusta. Tuotantotekninen suunnittelu on hyvin keskeisessä roolissa vastaamassa siitä, että valmistettava tuote on asiakkaan vaatimuksien mukainen. Tuotantotekninen suunnittelu on merkittävässä rajapinnassa asiakkaan ja tuotannon välillä, joten sen rooli informaation välittäjänä on ensiarvoisen tärkeä.

Tämän tutkimustyön tutkimusongelmaksi on asetettu seuraava: ”Miten tuotantoteknisen suunnittelun toimintaa voidaan kehittää ja näin ollen toimintaa tehostaa?” Tämä tarkoittaa pääpiirteissään sitä, että miten voidaan tuottaa enemmän samoilla tai vähemmällä resursseilla, samalla kuitenkin parantaen laatua ja toimitusvarmuutta. Tällä hetkellä ongelmana tuotantoteknisessä suunnittelussa on se, että geometrian piirron eli leikkausmuodon ja työvaiheiden määrittämisen toimitusvarmuus on huonolla tasolla. Siihen suurimpana syynä on se, että työjonoa ei hallita riittävällä tasolla ja töiden priorisointi on vaikeaa. Lisäksi yhtenä suurena ongelmana tuotantoteknisessä suunnittelussa on se, että sen toiminnasta aiheutuu turhaa hukkaa. Tämä hukka realisoituu sisäisten romutuksien ja asiakasreklamaatioiden muodossa.

1.3 Työn rajaukset ja tavoitteet

Tämä tutkimustyö rajataan koskemaan Ruukki Metals Oy:n Teräksen esikäsittely -toiminnon tuotantoteknistä suunnittelua. Tutkittaviksi asioiksi valitaan tämän hetken prosessien kulku, toimintojen läpimenoajat, tuotantoteknisen suunnittelun toimintojen sisäiset toimitusvarmuudet, reklamaatioiden aiheuttajat sekä tuotantoteknisestä suunnittelusta aiheutuvat sisäiset hylkäykset.

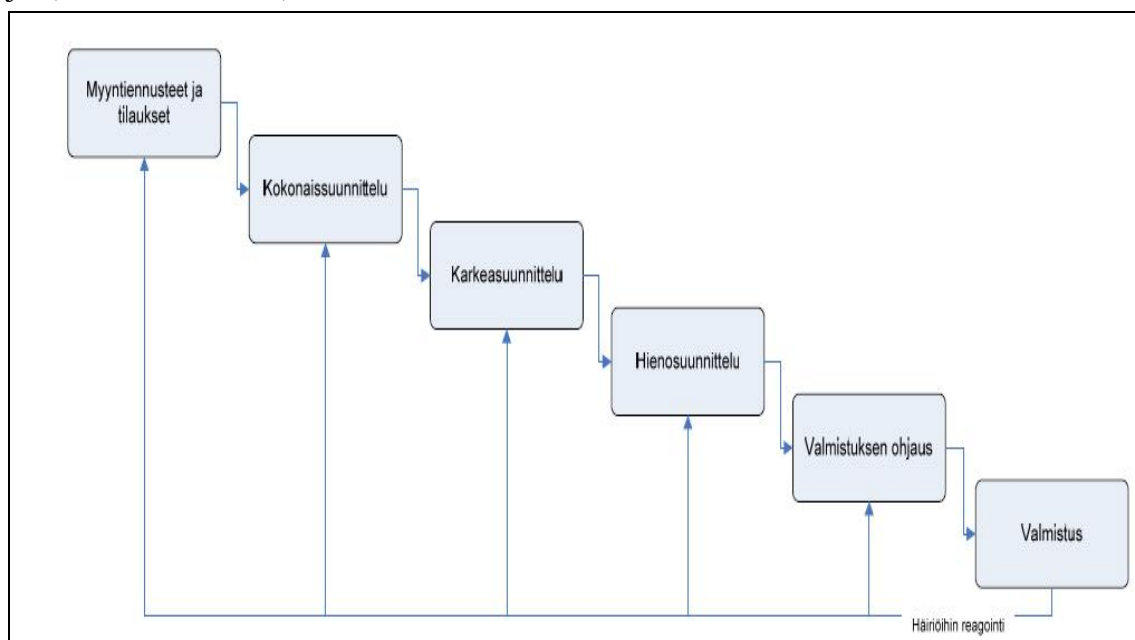
Työn tärkeimpänä tavoitteena on löytää ja kartoittaa esikäsittely -toiminnon tuotantoteknisen suunnittelun toiminnasta kohteita, joita kehittämällä koko toimintaa saadaan kehitettyä ja tehostettua. Kun nämä koko tuotantoketjun suorituskyvyn kannalta epäedulliset, tuotantoteknisestä suunnittelusta johtuvat tekijät ovat kartoitettu, pyritään ne poistamaan Lean -filosofian periaatteiden mukaisesti. Tavoitteena on eliminoida hukka -tekijät ja vähentää tuotantoteknisestä suunnittelusta johtuvia laatukustannuksia.

Tämä tutkimustyö rakentuu näiden yllä mainittujen tavoitteiden pohjalta. Tavoitteena on yksinkertaisimmallaan parantaa Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittely -toiminnon kilpailukykyä kiristyvillä markkinoilla, kehittämällä ja tehostamalla tuotantoteknistä suunnittelua Lean -filosofian periaatteita noudattaen. Nämä tavoitteet linkittyvät yhteen myös Ruukin strategiaan. Strategian eräinä keskeisinä asioina ovat muun muassa kustannustehokkuus ja toimitusvarmuus.

2 TUOTANNONOHJAUS

Tuotannonohjauksessa suunnittelutehtävät ja päätöksenteko tehdään organisaation eri tasoilla. Ylimmällä tasolla ei tehdä yksityiskohtaisia suunnitelmia, mutta ylimmällä tasolla huolehditaan yleisellä tasolla resurssien riittävyydestä ja tuotannon koordinoinnista. Kun siirrytään lähemmäksi valmistusta ohjaavaa tasoa, ohjaus tarkentuu. Tällöin tuotannonohjausta voidaan tarkastella vaiheittain etenevänä ohjausprosessina. Ohjausjärjestelmän rakenne ja toimintaperiaatteet riippuvat yrityksen toimialasta, tuotteista, tuotantokoneistosta, tietojärjestelmistä, kilpailutilanteesta ja yrityksen henkilökunnasta. Ohjausjärjestelmään sisältyvät eri osa-alueet ovat kehittyneet eri aikakausina tehtyjen valintojen myötä. Näin ollen järjestelmä onkin usein historian tulos. Tästä johtuu, että ohjausjärjestelmien rakenne ja toiminta voivat olla hyvinkin erilaisia jopa saman toimialan yritysten kesken. (Uusi-Rauva 2003)

Kuva 2.1 esittää yleistä tuotannonohjausprosessia. Tuotannonohjausprosessista on korostettava, että selkeästi etenevältä näyttävässä prosessissa tapahtuu jatkuvasti uudelleensuunnittelua. Koordinoinnin määrä on suoraan riippuvainen suunnitelmien yksityiskohtaisuudesta ja suunnittelutilanteen monimuotoisuudesta. Reaalimaailman tuotantotoiminnassa on tavallista, että viime hetkellä ilmaantuu asioita, jotka vaikuttaa päätöksentekoon ja joiden vuoksi joudutaan tekemään uudelleensuunnittelua. Tuotantohäiriöistä, materiaalipuutteista ja laitevioista seuraa näin ollen usein töiden uudelleenjärjestelyjä. (Uusi-Rauva 2003)



Kuva 2.1. Tuotannonohjausprosessin vaiheet (Uusi-Rauva 2003)

2.1 Tuotannonsuunnittelu

Tuotannonsuunnittelun tavoitteena on sopeuttaa markkinoiden tarpeet ja tuotannon mahdollisuudet. Tavoitteena on mahdollisimman tasainen tuotantokapasiteetin kuormitus sekä pyrkimys toimitusaikojen noudattamiseen. Yrityksellä täytyy olla jonkinlainen arvio tulevasta kysynnästä ja tieto käytettävissä olevasta kapasiteetista. Tämä on edellytys sille, että tuotannonsuunnittelua voidaan tehdä. Tuotannonsuunnittelun tarkentuessa lopputuloksena on tuotanto-ohjelma. Tuotannonsuunnittelu jakaantuu kokonaissuunnitteluun, karkeasuunnitteluun ja hienosuunnitteluun. (Miettinen 1993)

2.1.1 Kokonaissuunnittelu

Kokonaissuunnittelu on johdon tekemää suunnittelua. Kokonaissuunnittelussa hahmotellaan tuotannon kokonaisvolyymiä ja taloutta koskevia suunnitelmia. Kokonaissuunnittelussa luodaan tuotantosuunnitelma. Kokonaissuunnittelu hyödyntää informaatiota, jota saadaan esimerkiksi tilauskannasta, myyntiennusteista ja varastotilanteesta. Kokonaissuunnittelun tiedot muodostavat pohjan karkea- ja hienosuunnittelun luonnille. (Uusi-Rauva 1999)

2.1.2 Karkeasuunnittelu

Resurssienkäytön suunnittelu yleisellä tasolla ja toimituskyvyn määrittely ovat karkeasuunnittelun tärkeimmät tehtävät. Tiettyä ajanjaksona valmistettavien lopputuotteiden yksityiskohtainen määrä saadaan karkeasuunnittelusta. Karkeasuunnittelussa luodaan yleisen tason kuormitussuunnitelma. Tämän avulla pystytään määrittämään vaadittava kapasiteetti tuotannossa. Kun määritetään toimitusaikoja, hyödynnetään sekä tuotanto- että kuormitussuunnitelmaa. (Uusi-Rauva 1999)

2.1.3 Hienosuunnittelu

Hienosuunnittelun tarkoituksena on määrittää yksityiskohtainen suunnitelma tuotteen valmistamiseksi. Tämä tarkoittaa työvaiheiden ajoituksen suunnittelua sekä tuotantorssien käytöstä tehdyn suunnitelman ajoitusta niin, että tuote voidaan valmistaa sekä ajallisten että taloudellisten suunnitelmien mukaisesti. (Uusi-Rauva 1999)

2.2 Tuotantotekninen suunnittelu

Tuotantotekninen suunnittelu vastaa kysymykseen miten ja missä, esimerkiksi työryhmässä tai koneessa, tuotteen osat valmistetaan ja kokoonpano tapahtuu. Tuotantoteknisen suunnittelun suorittajan pitää olla valmistustekniikan hyvin hallitseva henkilö. Tällä varmistetaan, että yrityksessä käytetään sen valmistusmahdollisuuksiin nähden parhaat ja taloudellisimmat valmistusmenetelmät. Osa tuotantoteknisen suunnittelun osatoiminnoista palvelee myös tuotannonsuunnittelua ja -ohjausta. Tällaisia osatoimintoja ovat työvaiheistus ja työajan määrittäminen. Tuotantoteknisen suunnittelun tavoitteena on talou-

dellisuus ja laatu. Tuotantoteknisen suunnittelun kaikki osa-alueet ovat listattu seuraavassa luettelossa. (Miettinen 1993)

- työnvaiheistus
- menetelmä suunnittelu
- työvälinesuunnittelu
- työajan määrittäminen
- nc -ohjelmointi
- työntutkimus

2.2.1 Työnvaiheistus

Työnvaiheistus eli työnvaihesuunnittelu on yksityiskohtainen suunnitelma osan tai tuotteen valmistuksen työkulusta. Tuotteen työkokonaisuus jaetaan eri työvaiheisiin ja näille eri työvaiheille määritellään tietty järjestys. Työnvaihesuunnittelussa selvitetään ja määritetään myös mahdollisesti tarvittavat erikoistyövälineet. Työnvaiheella tarkoitetaan samalla työpisteellä, yhden tai useamman työntekijän suorittamaa, työkappaleen tai aineksen käsittelyä. Työnvaiheet jakaantuvat yleensä työstömenetelmien mukaan, esimerkiksi laserleikkaus tai särmäys. Työnvaiheet voivat olla myös suurissa valmistuserissä esimerkiksi kiinnitystavan mukaan. (Kauppinen et al. 1989)

2.2.2 Menetelmäsuunnittelu

Osien valmistuksen suunnittelulla saavutettavia etuja ovat muun muassa materiaalin ja ajan säästö, jolla on suuria eriä valmistettaessa suuri taloudellinen merkitys. Menetelmäsuunnittelun tarkoituksena on muun muassa miettiä eri työnvaiheisiin liittyviä valmistustekniikoita, käytettäviä materiaaleja ja yrityksen mahdollisuuksia valmistaa kyseisiä tuotteita. (Miettinen 1993)

Tietyissä tilanteissa työnvaiheita voidaan auttaa työnvaihepiirustuksella. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi sarjatuotanto ja valmistusteknisesti vaikeat työt. Työnvaihepiirustuksessa ovat mitat ja muut tarpeelliset tiedot vain tätä työnvaihetta varten. Toistuvissa töissä voidaan työnvaihepiirustuksen sijaan käyttää työnohjekorttia. Siinä ilmoitetaan esimerkiksi työn kulku, kiinnitystapa, kiinnitin tai ohjain, terät, tärkeimmät välinetarkastukset ja esimerkiksi käytettävät työstöarvot. (Kauppinen et al. 1989)

2.2.3 Työvälinesuunnittelu

Työvälinesuunnittelu on luonteeltaan sellaista, että sen täytyy tapahtua hyvässä yhteistyössä työnvaihe- ja menetelmäsuunnittelun kanssa. Edellisten lisäksi tuotesuunnitteluakin on joissakin tapauksissa yhdistetty samalle henkilölle. Konekohtaisten työvälinejärjestelmien luominen tuli välttämättömäksi numeerisesti ohjattujen työstökoneiden käyt-

töönoton seurauksena. Esimerkiksi terät, niiden kiinnittimet sekä työkappaleiden kiinnittimet ja kiinnitysmenetelmät oli vakioitava, koska ne vaikuttivat ohjelmointiin oleellisesti. (Kauppinen et al. 1989)

2.2.4 Työajan määrittäminen

Vertailtaessa eri työmenetelmien taloudellisuutta toisiinsa, joudutaan muun muassa määrittämään työmäärää, mikä työhön tai menetelmään sisältyy. Työmäärä ilmaistaan tavallisesti työaikana. Oikeiden ja luotettavien työaikojen selvittäminen on tärkeää, sillä yrityksen monet toiminnot perustuvat työaikojen käyttöön, esimerkiksi tuotteiden hinnoittelu ja tarjouslaskenta, tuotannonohjaus valmistusmenetelmien vertailuun sekä valmistus- ja kuormitusaikataulujen laatiminen sekä palkkaus. Työn aikatiedot ovat myös luonteeltaan sellaisia, että niitä tarvitaan usein ennakoon. (Uusi-Rauva 1999)

2.3 Töiden priorisointi

Vaikka kuormitusvalinnat määräävät koneet tai resurssit, joita käytetään tiettyjen töiden suorittamiseen, päätökset eivät kuitenkaan määritä työjärjestystä jossa työtehtävät suoritetaan. Siksi on erikseen määritettävä, mikä työ tehdään missäkin järjestyksessä, niin eri työalueilla kuin yksittäisillä työpisteillä. Jos työpisteet ovat kevyesti kuormitettuja ja jos kaikki työt vaativat saman verran käsittelyaikaa, töiden jaksottamisessa ja työjärjestyksen määrittämisessä ei ole erityisiä vaikeuksia. Kuitenkin kovasti kuormitetuissa työpisteissä, erityisesti tilanteissa, joissa mukana on suhteellisen pitkiä käsittelyaikoja, töiden järjestyksellä voi olla hyvin merkittävä vaikutus kustannuksiin johtuen esimerkiksi töiden odotusajasta tai koneiden tyhjäkäynnistä. (Stevenson 2009)

Tyypillisesti tietty määrä töitä on aina odottamassa käsittelyä. Priorisointisäännöt ovat yksinkertaisia, kekseliäästi käytettyjä sääntöjä työjärjestyksen valintaan. Priorisointisäännöillä määritellään, missä järjestyksessä työt käsitellään. Joitakin yleisesti käytettyjä priorisointisääntöjä on lueteltu seuraavassa luettelossa. (Aaltio & Olkkonen 1976)

- etusija tilauksen saapumisjärjestyksessä
- etusija lyhimmillä käsittelyajalla
- etusija aikaisimmalla tarvepäivällä
- kriittinen suhdeluku
- pelivara per vaihe
- etusija kiireisimmällä

Etusija tilauksen saapumisjärjestyksessä -säännön (FIFO, First In / First Out) on katsottu olevan reilu, koska siinä työt käsitellään siinä järjestyksessä kuin ne ovat tilattu. **Etusija lyhimmillä käsittelyajalla -säännön** (SPT, Shortest Processing Time) mukaan lyhimmän käsittelyajan työ tehdään ensimmäiseksi. Tämä sääntö pyrkii vähentämään

keskeneräistä tuotantoa, keskimääräistä läpimenoaikaa ja keskimääräistä töiden myöhästymistä. **Etusija aikaisimmalla tarvepäivällä -säännön** (EDD, Earliest Due Date) mukaan ensimmäiseksi tehdään työ jolla on aikaisin tarvepäivä. Tämän on todettu toimivan hyvin silloin, kun yrityksen suorituskykyä arvioidaan töiden myöhästymisillä. **Kriittinen suhdeluku -sääntöä** (CR, Critical Ratio) käytettäessä on laskettava prioriteetti-indeksi käyttäen siihen tarkoitettua kaavaa (tarvepäivä/jäljellä oleva läpimenoaika). **Pelivara per vaihe -säännössä** (ST/O, Slack Time Per Operation) käytettävissä oleva aika jaetaan jäljellä olevien työvaiheiden määrällä. Pienimmän arvon saanut saava aikataulutetaan ensimmäiseksi. **Etusija kiireisimmällä -säännön** (rush) mukaan ensimmäiseksi tehdään kiireisimmät tilaukset tai ensisijaisten asiakkaiden tilaukset. (Aaltio & Olkkonen 1976)

Priorisointisäännöt perustuvat yleensä oletukseen, että töiden asetus aika ja asetus kustannukset ovat riippumattomia töiden käsittelyjärjestyksestä. Priorisointisääntöjen käytössä töiden käsittelyajat ja tarvepäivät ovat sen sijaan tärkeitä tietoja. Työaika sisältää yleensä sekä asetus- että käsittelyaikaa. Sellaisten töiden osalta, jotka vaativat samanlaiset asetukset, voidaan asetuskertoja sekä kokonaisasetusaikaa vähentää jaksottamalla töitä oikein, mikäli priorisointisäännöt ottavat tämän huomioon. Tässä esitetyt priorisointisäännöt eivät ota tätä tekijää huomioon. Koska tarvepäivämäärät ovat yleensä seurausta toimitusaikalupauksesta asiakkaille, materiaalin tarvesuunnittelusta jalostukseen tai johdon päätöksiä, ne on tarkistettava ja otettava huomioon priorisointi ja jaksotus valinnoissa. (Stevenson 2009)

Priorisointisääntöjen käytössä tehdään useita erilaisia olettamuksia. Seuraavassa luettelossa on listattu esimerkkejä tällaisista olettamuksista. Itse asiassa priorisointisäännöt liittyvät staattiseen jaksottamiseen. Asian havainnollistamiseksi oletetaan, ettei vaihtelua ole asetus- eikä käsittelyajoissa. Nämä oletukset tekevät ajoitusongelman hallittavaksi. Käytännössä kuitenkin työt saattavat viivästyä ja uusia töitä saattaa saapua, vaatien uutta aikatauluttamista. (Stevenson 2009)

- kaikki työt ovat tiedossa; uusia töitä ei saavu, kun käsittely alkaa eikä töitä peruta
- käsittelyjärjestys on riippumaton asetusajasta
- asetus aika on deterministinen
- käsittelyajat ovat deterministisiä enemmän kuin muuttuvia
- käsittelyssä ei tule mitään katkoksia kuten konerikkoja, onnettomuuksia tai työntekijöiden sairastumisia

Priorisointisäännöt voidaan luokitella joko paikallisiksi tai globaaleiksi. Paikalliset säännöt ottavat huomioon ainoastaan yksittäisiin työpisteisiin liittyvän informaation. Globaalit säännöt ottavat huomioon useiden työpisteiden informaation. Saapumisjärjestys -, nopein työ - ja aikaisin tarvepäivä -säännöt ovat paikallisia sääntöjä. Kriittinen suhdeluku ja pelivara per vaihe ovat globaaleja sääntöjä. Etusija kiireisimmällä -sääntö voi

olla joko paikallinen tai globaali. Kuten voi kuvitella, globaalit säännöt vaativat enemmän työtä verrattuna paikallisiin sääntöihin. Ongelmia globaalissa jaksottamisessa aiheuttaa se, että kaikki työt eivät sisällä samoja työvaiheita tai edes samaa järjestystä työvaiheiden kesken. Paikalliset priorisointisäännöt ovat erityisen hyödyllisiä pullonkaula työvaiheissa mutta niiden käyttö ei kuitenkaan rajoitu ainoastaan näihin tilanteisiin. (Stevenson 2009)

3 KEHITTÄMISMENETELMÄT

3.1 Lean

3.1.1 Mitä Lean on?

Lean -ajattelumalli on kehitetty parantamaan yritysten toimintaa sekä yksittäisiä toimintoja ja sen käyttöönotto edellyttää organisaatioissa erilaisten kehitysprojektien läpivientiä. Lean -filosofian perusteet juontavat juurensa toisen maailmansodan jälkeisestä ajasta, jolloin niin materiaali- kuin resurssipulakin oli kaikkialla yleistä. Tämä pakotti yrityksiä etsimään ja kehittämään uusia keinoja nostaa teollisuus taas jaloilleen ja hyvinvointi kasvamaan mahdollisimman nopeasti. Laman vaikutuksien ja amerikkalaisen autoteollisuuden innoittamina ryhtyi Japanissa kaksi Toyotan autotehtaan työntekijää kehittämään tehokkaampaa, prosessimaista tuotantomenetelmää, jonka nimeksi tuli Toyota Production System. Tästä käytännöstä innostuneena James Womack, Daniel Jones ja Daniel Roos kehittivät 1990 -luvun alussa uudenlaisen tuotantofilosofian, Lean -filosofian. Filosofian perusajatuksena on, että kaikenlainen hukka eli tuhlaaminen poistetaan. Näin siksi, koska sillä ei tuoteta lisäarvoa yritykselle, vaan sidotaan turhaan resursseja. (Womack et al. 1991)

Lean -prosessi on jatkuvaa oppimista ja kehittymistä. Lean ei ole tavoitetila, johon pyritään vaan Lean on ajattelumalli, jossa keskitytään arvon tuottamiseen asiakkaalle mahdollisimman vähillä resursseilla. Lean -prosessissa pyritään tuottamaan asiakkaan tarvitsemaa tuotetta, oli se sitten tavara tai palvelu, käyttämällä vain välttämättömiä resursseja arvon tuottamiseksi ja aina vain tehokkaammin. Tähän tavoitteeseen pyritään pääsemään panostamalla niihin osa-alueisiin, jotka oikeasti tuottavat arvoa tuotteeseen asiakkaan näkökulmasta ja samalla pyritään poistamaan kaikki arvoa tuottamaton eli muu ylimääräinen hukka. (Womack et al. 1991)

Japanilainen termi ”Muda” tarkoittaa yrityksessä tapahtuvaa tuhlausta ja se on koko Lean -filosofian perusteena. Tuhlauksen määrittämisen perusteena ovat seuraavissa kappaleessa esitetyt seitsemän hukkaa, jotka nimetään hieman eri tavalla riippuen lähteestä, mutta kaikissa perusajatus on kuitenkin sama: tuhlaus eli hukka on toimintaa, jotka sitovat resursseja, mutta eivät tuota yritykselle arvoa. (Lysons & Farrington. 2006)

Lean -filosofia määrittää viisi keskeistä tekijää, jotka tehostavat toimintaa. Toimintaa tehostavia tekijöitä ovat arvon määrittäminen, arvovirran tunnistaminen, virtaus, imu, sekä täydellisyys. Lean -periaatteiden mukaisesti toiminta tehostetaan laittamalla paikat kuntoon, tunnistamalla lisäarvo eli mistä asiakas on valmis maksamaan, laittamalla virtaus kuntoon ja ottamalla imuohjaus käyttöön. Virtauksen kuntoon saattamiseksi on kartoitettava nykytilanne, tunnistettava hukka ja poistettava se, tasapainotettava työpisteiden

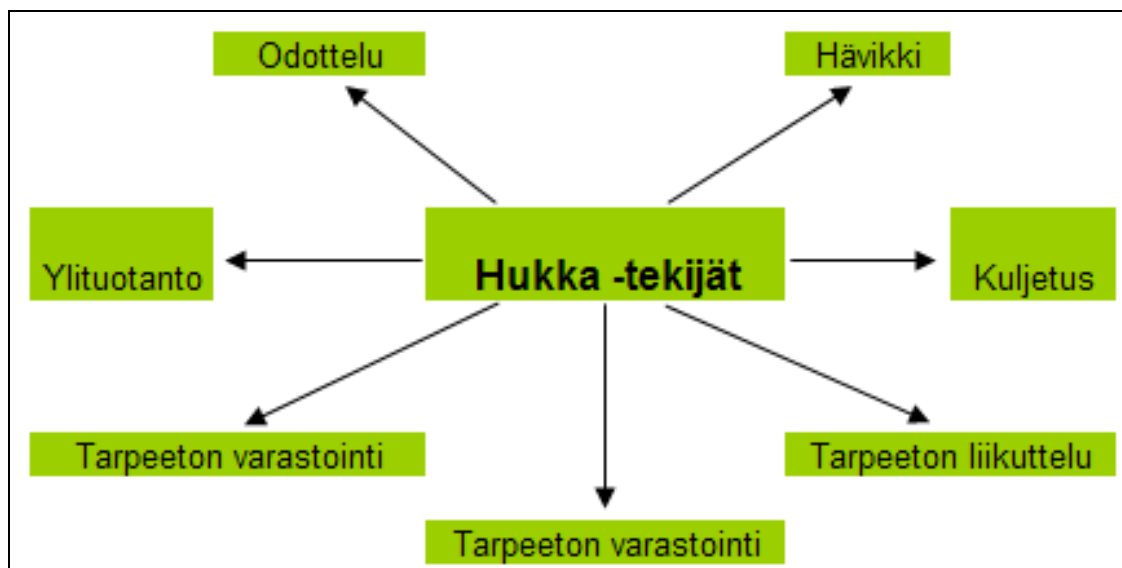
ja linjojen kapasiteetti sekä varmistettava että prosessin vaiheaika on pienempi kuin tahtiaika. Lean -filosofian tavoitteena on parantaa turvallisuutta, kapasiteettia, laatua ja prosessin tuottavuutta sekä tehokkuutta vähentämällä arvoa lisäämätöntä työtä ja parantamalla prosessin virtausta. (Ruukki Opex -materiaali)

Myös Womack ja Jones tiivistävät Lean -ajattelun viiteen periaatteeseen. He määrittelevät, että ensimmäisessä vaiheessa tarkastellaan mitä asiakkaan kokema arvo on. Toisessa vaiheessa, kun arvo on määritetty, pyritään määrittämään arvovirta. Kolmas vaihe on virtaus, eli pyritään siihen, että arvoa tuottavat tuotantovaiheet järjestetään arvovirran mukaisesti järjestykseen, jolloin saadaan aikaan arvon jatkuva virtaus. Neljäs vaihe on imuohjaukseen siirtyminen. Viides ja viimeinen vaihe on täydellisyyden tavoittelu. (Womack & Jones 2003)

Lean on koko organisaation kokonaisvaltainen toimintojen organisointitapa, jonka lähtökohtana on keskittyä arvoa tuottavaan toimintaan. Tämän mahdollistamiseksi, yrityksen tulee tunnistaa kaikki toiminnot ja prosessit, jotka ovat lähtökohtana arvon luomiselle. Näiden toimintojen ja prosessien muodostamista arvovirroista tulee pyrkiä poistamaan arvoa tuottamaton toiminta, jotta saavutetaan organisaation suorituskyvyn parantaminen. Se, että huomioidaan pelkästään prosessit, ei ole riittävää, vaan toiminnassa on otettava huomioon myös ihmisten ja teknologioiden asettamat rajoitteet. Jotta tuotantojärjestelmästä saadaan paras mahdollinen hyöty, on prosessien, ihmisten sekä käytettävien työkalujen osa-alueet oltava tasapainossa. Lisäksi sen onnistuneeseen käyttöönottoon vaikuttavat organisaatiota tukevat toiminnot, kuten kulttuuri, johtamistavat, strategia, kommunikointi ja toimintaympäristö. Ihmisten osallistuminen, oppiminen sekä toiminnan jatkuva parantaminen ovat tärkeitä osa-alueita toiminnan kehittämisessä. Lisäksi muutoksen suuntaan sekä sen toteuttamiseen vaikuttavat ajattelutavat ja organisaation kulttuuri. Vaikka organisaatioiden työskentelytapoja muutettaisiin, niin ajattelutavan ja yrityksen kulttuurin muuttaminen on huomattavan työläs prosessi. On kuitenkin muistettava, että toiminnan parantamiseen tähtäävät työkalut ovat tehottomia, jos organisaation kulttuuri ei tue niitä. Myöskään toimintaa tukevien työkalujen käyttö sinänsä ei takaa organisaation menestystä. Niistä on kuitenkin oikein käytettynä ja yhteistyössä muiden osa-alueiden kanssa apua saavuttamaan halutut tavoitteet. (Rakennusteollisuuden yhteisraportti 2009)

3.1.2 Hukka

Lean -filosofia määrittää seitsemän pääasiallista aluetta, joista tärkeimmät tuhlauksen eli hukan kohteet yrityksissä löytyvät. Nämä, alun perin Toyotan tuotannon toimintatavassa havaitut seitsemän hukatekijää, on kuvattu kuvassa 3.1. Lean -filosofiassa hukalla tarkoitetaan sellaista prosessin tekijää, joita ei tarvitse kyseisen tarkoituksen toteuttamisessa. Eli tekijä on turha lopputuloksen kannalta. Tällaisia tekijöitä yritystoiminnassa ovat muun muassa odotusajat, jalostamaton työ, sekä kaikki tarpeeton liikuttelu ja kuljetaminen. Toimintamallin muuttaminen vaatii aivan uudenlaista asennoitumista työskenteleeseen ja ajatusmaailmaa, sillä esimerkiksi vastaanottotarkastus nähdään Lean -filosofian mukaan tarpeettomana työvaiheena. (Sakki 1999)



Kuva 3.1. Lean -filosofian seitsemän hukkaa. (Sakki 1999)

Hukkaa kuvataan organisaatioissa usein erilaisilla tunnusluvulla, kuten asiakaspalautteiden, poikkeamien tai reklamaatioiden lukumäärällä sekä romutus- ja takuukustannuksilla. Vaikka hävikkiä ei voida kokonaan välttää, niin kaikenlaisen vaihtelun vähentäminen toiminnoissa pienentää aina hukkaa. (Laamanen & Tinnilä 2008)

Ensimmäinen hukkatyyppi on **ylituotanto**. Lean -filosofiassa ylituotantoa pidetään hukan muodoista kaikkein pahimpana muotona. Ylituotanto on pahin hukan muoto siksi, että se sitoo muita resursseja. Tuotteet, joille ei ole olemassa tilausta, sitovat pääomaa, työntekijöitä ja vievät varastotilaa. Näin ollen ylituotanto synnyttää lisää hukkaa. (Liker 2004)

Tuotteen kaikenlainen **odottaminen** on hukkaa, sillä silloin tuote ei virtaa prosessissa. Eli odottaminen on hukan toinen muoto. Odotuksesta johtuvaa hukkaa on esimerkiksi se, kun ylituotannon seurauksena tuotteet odottavat puskurissa. Myös työntekijän odottelu on hukkaa esimerkiksi silloin, kun jokin automaattinen kone tai tuotantolaitte on käynnissä. Lisäksi odottelusta aiheutuvaa hukkaa on esimerkiksi se, että tuotantoketjussa oleva prosessi pysähtyy ja joutuu odottamaan edellisen vaiheen valmistumista. Tällainen pysähtyminen ja odottelu voi johtua materiaalipuutteista, tuotantoerien viivästymisistä, tuotantolaitteiden hajoamisista tai prosessin kapasiteettia rajoittavasta pullonkaulasta. Odottelua pidetään yhtenä suurimmista hukan aiheuttajista. (Liker 2004)

Kolmas hukan tyyppi on kaikki **tarpeeton kuljettaminen**. Se voi olla esimerkiksi tuotteiden, materiaalien, työkalujen tai ihmisten turhaa liikuttelua tai kuljettamista. Tätä hukkaa aiheuttaa se, kun joudutaan kuljettamaan pitkiä matkoja keskeneräisiä tuotteita. Turhaa kuljetusta on myös se, että tavaroita siirretään varastoon tai seuraavaan prosessivaiheeseen. (Liker 2004)

Neljäs hukkamuoto on **ylityöstö** tai vääränlainen työstäminen ja tarpeeton käsittely. Tarpeeton käsittely eli prosessointi on hukkaa, koska silloin resursseja käytetään tehotomasti jonkin tietyn asian tekemiseen. Tarpeeton prosessointi voi olla esimerkiksi sitä, että käytetään turhaan tarpeettoman monimutkaisia menetelmiä tai työkaluja. Ylityöstö-

hukkaa eli tarpeetonta prosessointia on myös se, jos tehdään tuotteita, jotka ovat laadukkaampia kuin asiakas tarvitsee. Yritysten toimintavoissa ja prosesseissa on usein pinttyneitä ja totuttuja, kauan käytössä olleita menetelmiä ja toimintoja, joita ei ole syystä tai toisesta missään vaiheessa kyseenalaistettu. Tyypillistä on, että kyseenalaistamisen sijaan tehdään vain, kuten on aina ennenkin tehty. Lean -ajatusmallin tarkoituksena on herättää havaitsemaan muun muassa näitä epäkohtia. (Liker 2004)

Lean -filosofian viides hukan muoto on **varastointi**. Ylimääräiset tavarat varastossa vievät tilaa, sitovat työntekijöitä ja pääomaa. Varastoja täytyy olla yleensä jonkin verran, mutta Lean -filosofiassa varastojen minimointiin tulee pyrkiä jatkuvasti. Liian suuret varastot aiheuttavat vaikeuksia prosessin kehittämiseksi. Ne tekevät kehittämisestä vaikeaa, koska varastot saattavat piilottaa alleen kaikki todelliset ongelmat. (Liker 2004)

Kuudes hukan muoto on kaikki **ylimääräiset liikkeet**. Ylimääräisistä liikkeistä aiheutuvaa hukkaa on kaikki ne ylimääräiset liikkeet, joita joudutaan tekemään ja joiden seurauksena tuotteen arvo ei kuitenkaan lisäännä. Tähän kategoriaan kuuluu esimerkiksi kaikki työkalujen ja materiaalien etsiminen. (Liker 2004)

Hävikki on hukan seitsemäs muoto ja se aiheutuu virheistä. Virheiden seurauksena aiheutuu viallisia tuotteita jotka ovat asiakkaalle arvottomia. Lisäksi viallisten tuotteiden korjaaminen on hukkaa. Myös kaikki tuotteen tarkastamiset ovat hukkaa. Näin siksi, että asiakas ei ole valmis maksamaan tarkastamisesta vaan siitä, että asiat tehdään kerralla oikein. Kaikki virheet prosessissa aiheuttavat suuren määrän ylimääräistä työtä ja materiaalikuluja. (Liker 2004)

Seitsemän hukan lisäksi kirjallisuus tunnistaa kahdeksannen hukan muodon, joka on **luovuuden ja ideoiden käyttämättä jättäminen**. Tämä kahdeksas hukka on tullut lisänä alkuperäiseen Lean -filosofiaan myöhemmässä vaiheessa. Usein työntekijöillä on monia ideoita miten asiat voitaisiin hoitaa paremmin kuin aikaisemmin. Näitä ideoita ei uskalleta kertoa tai ne eivät vain koskaan saata tulla puheeksi. Kaikki ideat, kyvyt, parannusehdotukset ja oppimismahdollisuudet jotka jäävät käyttämättä ovat hukkaa. (Liker 2004)

3.1.3 Arvo

Arvon määrittelemine on tärkeä periaate Lean -filosofiassa. Näin siksi, että koko Lean -menetelmä perustuu arvon mahdollisimman tehokkaaseen tuottamiseen. Arvo on aina määriteltävä tuotekohtaisesti. Riippumatta, että onko kyseessä valmistus-, palvelu-, markkinointi- tai kehitysprosessi, on prosessin ainoa arvoa tuottava vaihe se fyysisen kappaleen tai informaation muutos tuotteeksi, palveluksi tai toiminnaksi, josta asiakas on valmis maksamaan. Lean -filosofiassa arvo on aina asiakkaan kokemaa arvoa. Tässä tapauksessa asiakas voi olla joko ulkoinen tai sisäinen. Ensin mainittu on asiakas, joka ostaa tuotteen. Sisäinen asiakas taas voi olla esimerkiksi seuraava prosessivaihe tuotteen arvovirrassa, joka odottaa edellisen prosessivaiheen tuotteita. (Martin 2007)

3.1.4 Arvovirta

Arvovirralla tarkoitetaan niitä erillisiä prosessivaiheita, jotka tarvitaan ja joiden läpi tuote kulkee päätyen lopulta asiakkaalle. Arvovirta voidaan jakaa karkeasti kolmeen osaan. Ensimmäinen osa on ongelman ratkaisuvaihe, joka käsittää tuotteen suunnittelun aina konseptivaiheesta tuotannon aloitukseen. Toinen vaihe on informaation hallinta -vaihe, joka käsittää tilauksen käsittelyn, tuotantokapasiteetin suunnittelun ja ulottuu aina lopputuotteen toimitukseen asiakkaalle. Kolmas vaihe on tuotteen fyysinen muutosvaihe, joka alkaa tuotteen raaka-aineista ja jatkuu aina valmiiseen tuotteeseen saakka. Arvovirta käsittää nämä kaikki osa alueet. Arvovirran jokaisessa vaiheessa tuotteen arvoa kasvatetaan lisäämällä siihen jotakin mistä asiakas on valmis maksamaan.

Analysoimalla arvovirtaa pystytään kartoittamaan tuotteen koko tuotantoketju ja näin ollen se pystytään näkemään kokonaisuutena. Arvovirran tunnistamisen etuna on se, että se tuo esille kaikki prosessissa esiintyvät hukcatekijät. Arvovirran analysoinnin tärkein tavoite on varmistaa prosessivaiheiden kytkeytyminen toisiinsa. Arvoa tuottavat prosessivaiheet on oltava kytkettynä toisiinsa niin, että ne muodostavat katkeamattoman ketjun aina asiakastilauksesta toimitettuun tuotteeseen.

Arvovirtaketjun kuvaaminen on mahdollinen siihen tarkoitettulla työkalulla, arvovirtakartalla. Arvovirtakartassa kuvataan, mitä prosesseja tuotteen valmistukseen kuuluu, miten materiaali ja informaatio kulkee tuotteen arvovirrassa. Arvovirtakartta helpottaa myös hukan tunnistamisessa arvovirrassa. Arvovirtakartassa eli VSM:ssä (Value Stream Mapping) laatikot edustavat prosesseja, nuolilla merkitään informaatiota ja kolmioilla kuvataan varastoja. Tavanomaisesti puskurivaraston koko on merkitty kolmion alapuolelle ja yleensä prosesseilla on avainlukuja. Avainluvut ovat merkitty prosessilaatikon alapuolelle. Arvovirtakartan alareunassa kulkee aikajana, johon merkitään yleensä aina kunkin vaiheen kesto ja samalla aikajana myös jaetaan arvoa tuottaviin vaiheisiin ja ei arvoa tuottaviin vaiheisiin. Arvovirta on erittäin hyödyllinen työväline, kun tarkoituksena on selvittää toiminnan nykytilaa. Tämän lisäksi sitä käytetään arvovirran kehittämisen kuvaamiseen. (Womack & Jones 2003)

3.1.5 Virtaus

Virtaus kuvaa sitä, kuinka tuote kulkee tuotantoprosessin läpi. Virtausta tarkasteltaessa on asetettava tuotteen roolin. Lean -filosofiassa virtauksella tarkoitetaan sitä, miten tuote kulkee prosessin läpi ilman pysähdyksiä ja odotuksia. Tuotteen arvo lisääntyy jokaisessa prosessivaiheessa. Näin siksi, koska siihen lisätään osia tai ominaisuuksia, joita asiakas haluaa. Virtaus on sitä, kun tuote kulkee tuotantoketjun läpi ilman pysähdyksiä ja esteitä, samalla tavoin kuin vesi virtaa joessa. Virtauksen nopeuden arvovirtaketjussa määrää asiakaskysyntä. (Womack & Jones 2003)

Jatkuvalla virtauksella tarkoitetaan kaiken arvoa tuottamattoman poistamista arvovirran prosesseista. Näin ollen virtaus toimii rajoittamattomasti alusta loppuun saakka. Virheelliset kappaleet havaitaan heti silloin, kun käytössä on joustava ja virtautettu tuotanto. Virheelliset kappaleet havaitaan välittömästi siksi, koska työvaiheiden välissä ei

ole puskurivarastoja. Tällöin virheiden aiheuttajaan päästään puuttumaan heti, keskitytään siis virheiden aiheuttajaan, ei oireisiin (Miettinen. 1993)

3.1.6 Täydellisyysden tavoittelu

Kun kaikkia edellä mainittuja periaatteita on sovellettu, on aika palata taas alkuun ja aloittaa koko ketju taas alusta. Tällöin havaitaan, että ymmärrys arvosta ja arvovirrasta on kehittynyt ja että nykyisessä arvovirrassa on paljon parannettavaa. Kun Lean -filosofian soveltamisessa mennään yhä pidemmälle, niin havaitaan että aina löytyy parannettavaa.

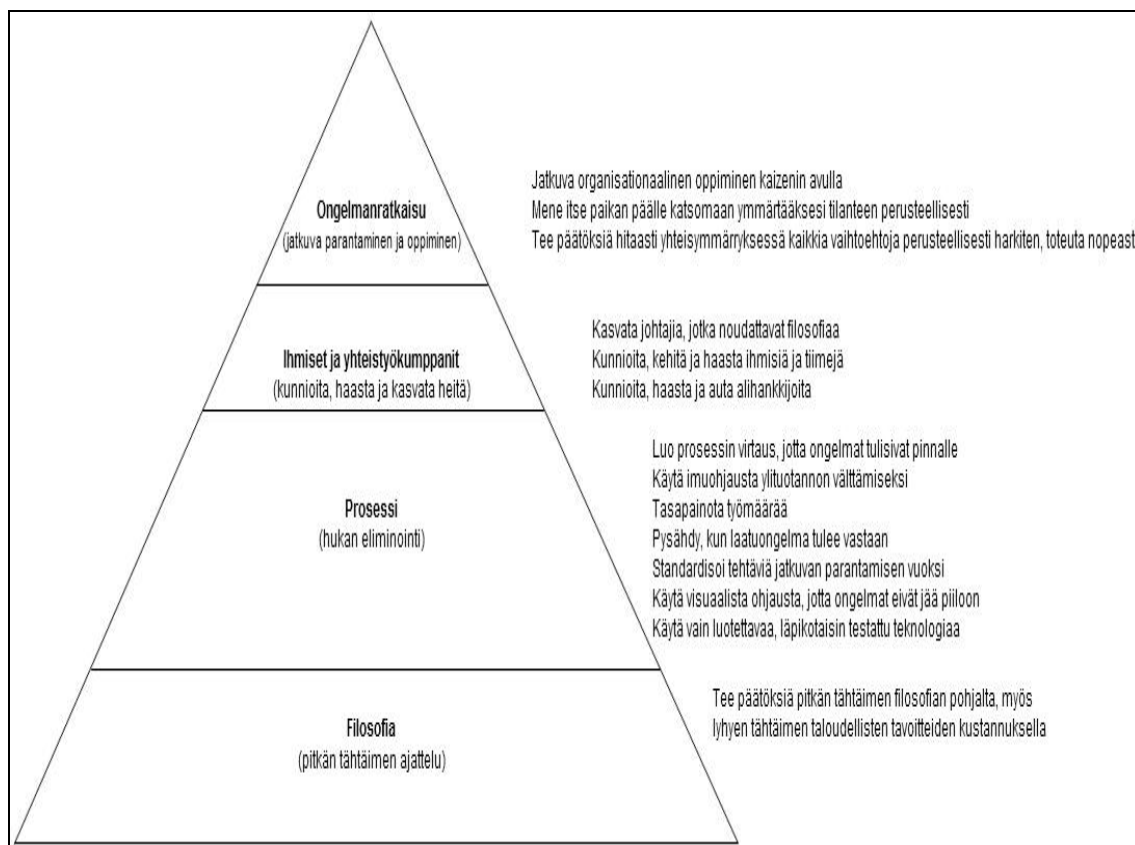
Täydellisyysden tavoittelu ajaa organisaatiota kohti parempaa suoritusta ja virheetöntä toimintaa. Jatkuva parantaminen on yksi Lean -filosofian tärkeimmistä osa-alueista. (Stevenson 2009)

3.1.7 Neljän P:n malli

Lean -filosofian periaatteita noudattamalla havaitaan, että Lean -filosofian toteuttaminen organisaatiossa ei ole yksinkertainen asia. Lean -filosofia poikkeaa hyvin suuresti esimerkiksi joukkotuotannon lähtökohdista. Tämä johtuu siitä, että Lean -filosofiaa ei voida toteuttaa vain osittain vaan se muodostaa kokonaisuuden, jota on noudatettava joka päivä, kaikilla organisaation tasoilla. Lean -filosofia voidaan jakaa neljään portaan, jotka muodostavat 4P -pyramidin.

4P -malli pohjautuu Lean -filosofiaan pitkän tähtäimen ajattelumallina. 4P muodostuu sanoista Philosophy, Process, People and partners, Problem solving (suomeksi filosofia, prosessi, ihmiset ja kumppanit, ongelman ratkaisu). Perustehtävä on prosessien parantaminen tunnistamalla niissä esiintyvät ongelmat sekä hukan aiheuttajat. Tällä pyritään maksimaalisen lisäarvon tuottamiseen prosessille. Prosessien parantamisen lisäksi paneudutaan henkilöstön taitojen ja osaamisen kehittämiseen sekä motivointiin. Tähän liittyy olennaisena osana koko organisaation ja sen sidosryhmien yhteistyön kehittäminen. Tällä tavoitellaan tehokasta, jatkuvasti oppivaa ja kehittyvää organisaatiota, jolle ongelmien nopea ratkaiseminen on arkipäivää. Ratkaisuja tehtäessä päätösten tulee aina perustua kertyneeseen, todelliseen lähtötietoon, ei koskaan arvailuihin. (Liker 2004)

On hyvin yleistä, että yrityksissä otetaan usein käyttöön muutamia Toyotan käyttämiä Lean -työkaluja. Tämä on johtanut siihen, että aluksi on saatu loistavia tuloksia, mutta vähitellen ajan myötä organisaatio on valunut takaisin vanhoihin joukkotuotannon menetelmiin. Yrityksissä, joissa menetellään tällä tavoin, on usein keskitytty 4P -mallin prosessivaiheeseen. Kehittämisessä on jääty siihen eikä ole kehitetty pyramidin kolmea muuta osaa. 4P -malli on esitetty kuvassa 3.2.



Kuva 3.2. Toyotan neljän periaateluokan malli. (Liker 2006)

Pyramidin pohjalla on **filosofia**. Filosofia tarkoittaa tässä järjestelmässä koko organisaation olemassa olon tarkoitusta. Eli sitä, mitkä ovat ne pitkän tähtäimen tavoitteet, joihin organisaatiossa tulisi pyrkiä. Filosofian tulee tukea pitkän tähtäimen tavoitteita. Huolimatta siitä, että pitkän tähtäimen tavoitteet saattavat vaarantaa lyhyen aikavälin taloudellisten tavoitteiden saavuttamisen. Filosofian tulisi kuitenkin olla tiukasti yhteydessä pitkän aikavälin taloudelliseen menestymiseen ja yrityksen kasvuun, jotta työntekijöillä on jokin konkreettinen tavoite mihin pyrkiä. Koko muu pyramidi nojaa tähän ensimmäiseen portaaseen. (Liker 2004)

Pyramidin toisella tasolla korostetaan sitoutumista Lean -ajattelumallille ja organisaation filosofialle. Organisaation kaikkien tasojen tulee sisäistää ja pyrkiä hyödyntämään näitä menetelmiä. Näitä menetelmiä ovat kaikki aikaisemmissa luvuissa esitetyt Lean -periaatteet. **Prosessi** -osiossa korostetaan sitoutumista prosessin kehittämiseen varmoiksi havaittujen teknologioiden avulla. (Liker 2004)

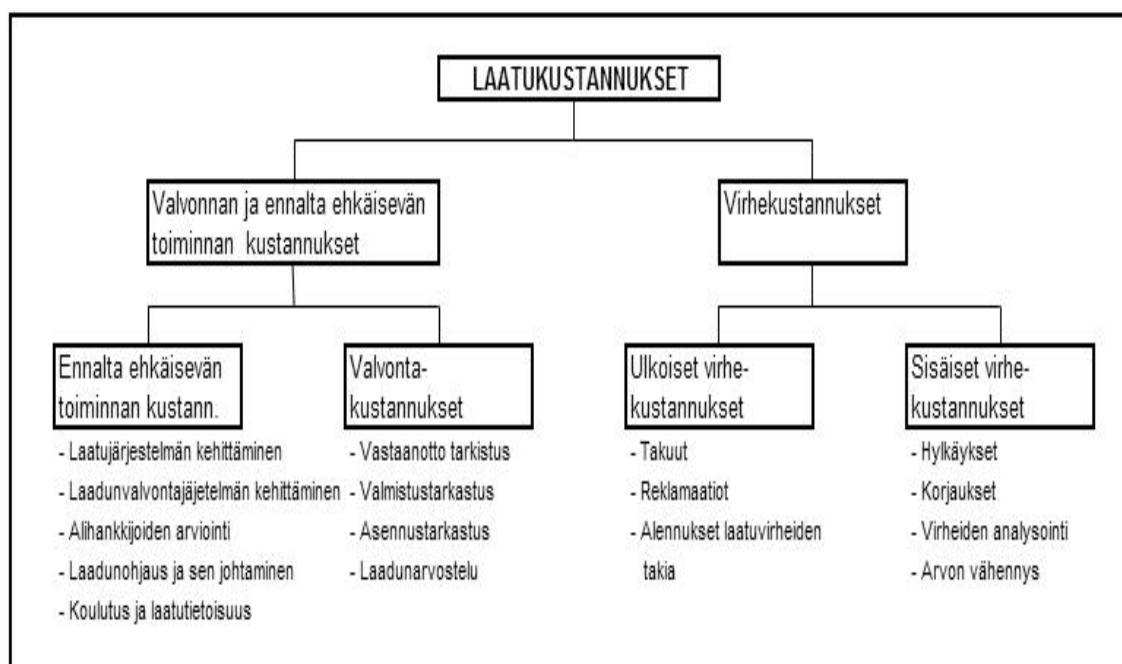
Myös **ihmiset ja kumppanit** tasolla korostetaan sitoutumista Lean -ajattelumallille ja organisaation filosofialle. Tässä vaiheessa painotetaan voimakkaasti sitoutumista oman organisaation ihmisten ja yhteistyöyritysten kehittämiseen ja kouluttamiseen. Tällä pyritään siihen, että he sisäistäisivät Lean -ajattelumallin ja toteuttaisivat sitä käytännössä. (Liker 2004)

Pyramidin huippu kuvaa 4P -mallin viimeistä vaihetta. **Ongelman ratkaisu** vaiheessa pyritään korostamaan, että koko organisaation on tärkeää sitoutua ongelmanratkaisutyöhön. Etenkin silloin, kun pyramidin alempien tasojen asioita toteutetaan käy-

tännössä. Pyramidin huippu kuvastaa sitä, miten tärkeää jatkuva parantaminen ja organisaation oppiminen on Lean -tuotannon ylläpitämiselle. Jatkovaa parantamista tapahtuu, kun koko organisaatio osallistuu esille tulevien ongelmien ratkaisuun. (Liker 2004)

3.1.8 Laatukustannukset

Huonosta laadusta ja tietyn tavoitellun laatutason saavuttamisesta aiheutuu kustannuksia. Tällaisia laatuun liittyviä kustannuksia kutsutaan laatukustannuksiksi. Laatukustannuksia voidaan käyttää muun muassa arvioitaessa toiminnan laatuvirheiden ja laatu-poikkeamien vaikutuksia kokonaiskustannuksiin. Laatukustannusten kartoitus tehdään usein ennen laadun kehittämisohjelmien aloittamista. Laatukustannusten avulla voidaan selvittää ja määrittää laadun kehittämisen vaikutukset sekä laadunkehittämishankkeiden kannattavuus. Laatukustannuksia voidaan käyttää myös laadun kehityksen arviointiin. Laatukustannusten muodostuminen on esitetty kuvassa 3.3. Virheellisistä tuotteista aiheutuu myös aina välillisiä vaikutuksia. Näitä välillisiä vaikutuksia laatukustannukset eivät ota huomioon. Tällaisia välillisiä vaikutuksia on esimerkiksi se, että asiakkaiden tyytymättömyys laatuun voi johtaa kauppojen menetykseen ja sen tuotemerkin maineen laskuun. (Uusi-Rauva 1999)



Kuva 3.3. Laatukustannusten muodostuminen (Uusi-Rauva 1999)

Ehkäisevän toiminnan kustannuksista suurin osa syntyy laatu koulutuksesta. Tällaista koulutusta voivat olla muutkin kuin laatu menetelmien opetteluun tai muuhun sellaiseen tähtäävät koulutukset. Toisaalta mitä tahansa koulutusta ei lasketa mukaan laatu kustannuksiin, vaikka koulutuksella edistettäisiin myös laatuun vaikuttavaa henkilöstön osaamista ja tietotaitoa. Ehkäisevän toiminnan kustannukset syntyvät sellaisten toimien kustannuksista, joiden tarkoituksena on vikojen estäminen jalostus ketjussa sekä

estää virheiden syntyminen. Lisäksi niihin kuuluvat tietyllä aikavälillä toteutetut erilaiset mittaukset ja analyysit. (Laatuakatemia 2010)

Valvontakustannukset aiheutuvat erilaisista tarkastuksista, testeistä ja muista arvioinneista. Tällaiset arvoinnit ja tarkastukset ovat yleensä suunniteltuja ja niillä määritetään, että vastaako tuote sille asetettuja vaatimuksia. Palveluissa keskeiset valvontakustannukset syntyvät asiakastyön alku- ja lopputilanteen sekä työskentelyn aikaisista laatuarvioinneista ja vaikuttavuusmittauksista sekä muista laadun arviointiin liittyvistä mittauksista ja raportoinneista. (Laatuakatemia 2010)

Sellaisten laatuvirheiden seurauksena, jotka havaitaan ennen tuotteen toimittamista asiakkaalle, syntyy kustannuksia. Tällaisia kustannuksia kutsutaan **sisäisiksi virhekustannuksiksi**. Näitä ovat muun muassa jäte, romu ja hukka sekä uudelleen tekemisestä syntyvät kustannukset. Palveluissa sisäiset virhekustannukset eivät ole samalla tavalla merkittäviä kuin tavaratuotannossa. (Laatuakatemia 2010)

Ulkoiset virhekustannukset ovat asiakkaan tuotteessa havaitsemien puutteiden aiheuttamia kustannuksia. Näitä ovat esimerkiksi takuukorjaukset ja menetetyn maineen aiheuttama myynnin väheneminen. (Laatuakatemia 2010)

Laadulla on yleisesti hyvin merkittävä vaikutus yrityksen talouteen. Virheellinen tekeminen, tuotteet jotka eivät vastaa vaatimuksia, valvonta, prosessin ongelmat, korjaus, hylkäykset ja takuukustannukset ovat merkittäviä laadun virhekustannuksia. Myös hyvän laadun tekemisestä ja laadun kehittämisestä syntyy kustannuksia. Kaikki nämä tekijät vaikuttavat yrityksen kannattavuuteen. Toisaalta laatu on myös kilpailutekijä. Asiakas on valmis maksamaan hyvästä laadusta ja laadun merkitys ihmisten ostopäätöksissä on jatkuvasti kasvamassa. Hyvä laatu luo myös organisaation julkista kuvaa positiiviseen suuntaan. Laatukustannustieto on käytettävissä välineenä laadunohjauksessa ja myös laadun optimoinnissa. Niiden avulla on mahdollista ohjata laatua ja kustannuksia haluttuun suuntaan. Kokonaiskustannuksissa on tarkoituksenmukaista verrata johonkin kustannuslukuun, joka on strategian mukainen. Yrityksissä laatukustannuksia verrataan yleensä liikevaihtoon. Näin ollen laatukustannukset ilmaistaan yleensä prosentuaalisena osuutena myynnistä. (Konsultointi Arvio Oy 2012)

4 TOIMINTAYMPÄRISTÖ

4.1 Perustietoa yrityksestä

Opinnäytetyö tehdään Ruukki Metals Oy:n Seinäjoen Teräksen esikäsittelytoimintoon. Ruukki Metals Oy on Rautaruukki Oyj:n yksi tytäryhtiöistä ja Seinäjoen teräksen esikäsittely -toiminto on yksi Ruukki Metals Oy:n teräspalvelukeskuksista. Seinäjoen yksikkö käsittää tehtaat Seinäjoella ja Raahessa. Rautaruukki Oyj:n kaksi muuta tytäryhtiötä ovat Ruukki Engineering Oy ja Ruukki Construction Oy. Ruukki on Rautaruukki Oyj:n markkinointinimi. Ruukilla on toimintaa kolmessakymmenessä eri maassa ja henkilöstöä vuonna 2011 noin 11800. (Ruukki 2012)

Teräsliiketoiminnan eli Ruukki Metals Oy:n vastuulla ovat Ruukin terästuotteet ja niihin liittyvät esikäsittely-, logistiikka- ja varastointipalvelut. Ruukki Engineering toimittaa asennusvalmiita järjestelmiä ja komponentteja konepajateollisuudelle. Ruukki Engineering Oy:n keskeisiä tuotealueita ovat ohjaamot sekä energiatehokkaat ratkaisut ja komponentit. Ruukki Construction Oy:n toimittaa ratkaisuja liike-, toimitila- ja teollisuusrakentamiseen, pientaloihin sekä satama- ja väylärakentamiseen. (Ruukki 2012)

4.1.1 Esikäsittelylaitos

Ruukki Metals Oy:n Seinäjoen teräksen esikäsittelylaitos muodostuu kahdesta erillisestä laitoksesta, jotka sijaitsevat Seinäjoella ja Raahessa. Molemmat laitokset kuuluvat saman johdon alle. Osa molempien laitosten toiminnoista tai toimintojen johdosta on keskitetty Seinäjoelle. Tällaisia ovat muun muassa tilausten käsittely, tarjouslaskenta, alihankinta, laatu, turvallisuus ja tuotannonsuunnittelu.

Teräksen esikäsittelylaitoksien päätoiminnot molemmilla laitoksilla ovat teräslevyjen leikkaus, viisteytys sekä särmäys. Laitoksissa tehdään myös koneistusta ja lisäksi monenlaisia jatkojalostavia työvaiheita alihankintaverkoston kautta. Tällaisia ovat esimerkiksi koneistukset, pintakäsittely ja hitsaukset. Leikkausmenetelmiin kuuluvat kaikki termiset leikkausmenetelmät eli kaasus-, plasma- ja laserleikkaus. Lisäksi tehdään mekaanista leikkausta.

4.1.2 Tuotevalikoima ja asiakkaat

Teräksen esikäsittelylaitoksen tuotevalikoima koostuu hiiliteräksistä leikatuista muotokappaleista, jotka ovat mahdollisesti jatkojalostettuja muun muassa viisteyttämällä, särmäämällä tai koneistamalla. Kappaleet leikataan pääasiassa kylmä- ja kuumavalssatuista nauha- ja kvarttolevyistä, joiden ainevahvuudet vaihtelevat laajasti ollen ohuimmillaan 1 mm ja paksuimmillaan 300 mm. Ruukin strategian mukaisesti erikoisteräksien

osuutta tuotevalikoimassa, ja nimenomaan toimitettavien jatkojalostettujen tuotteiden raakamateriaalina, on kasvatettu jatkuvasti. Markkinoinnin avulla erikoisteräksien osuutta on saatu kasvatettu ja yhä suurempi osa tuotteista on valmistettu erikoisteräksestä sekä jatkojalostettu viisteyttämällä ja särmäämällä. Näin ollen toimitettava tuote on hyvin usein pelkkää muotoleikkausta pidemmälle jalostettu ja asiakkaalle valmiimpana toimitettu tuote, joka on valmistettu erikoisteräksestä.

Asiakaskunta koostuu pääasiassa konepajateollisuuden toimijoista. Merkittävät osat asiakkaista toimii rakennus-, nostoväline-, lastinkäsittely- ja kuljetusvälineteollisuuden toimijana tai näiden alihankkijana.

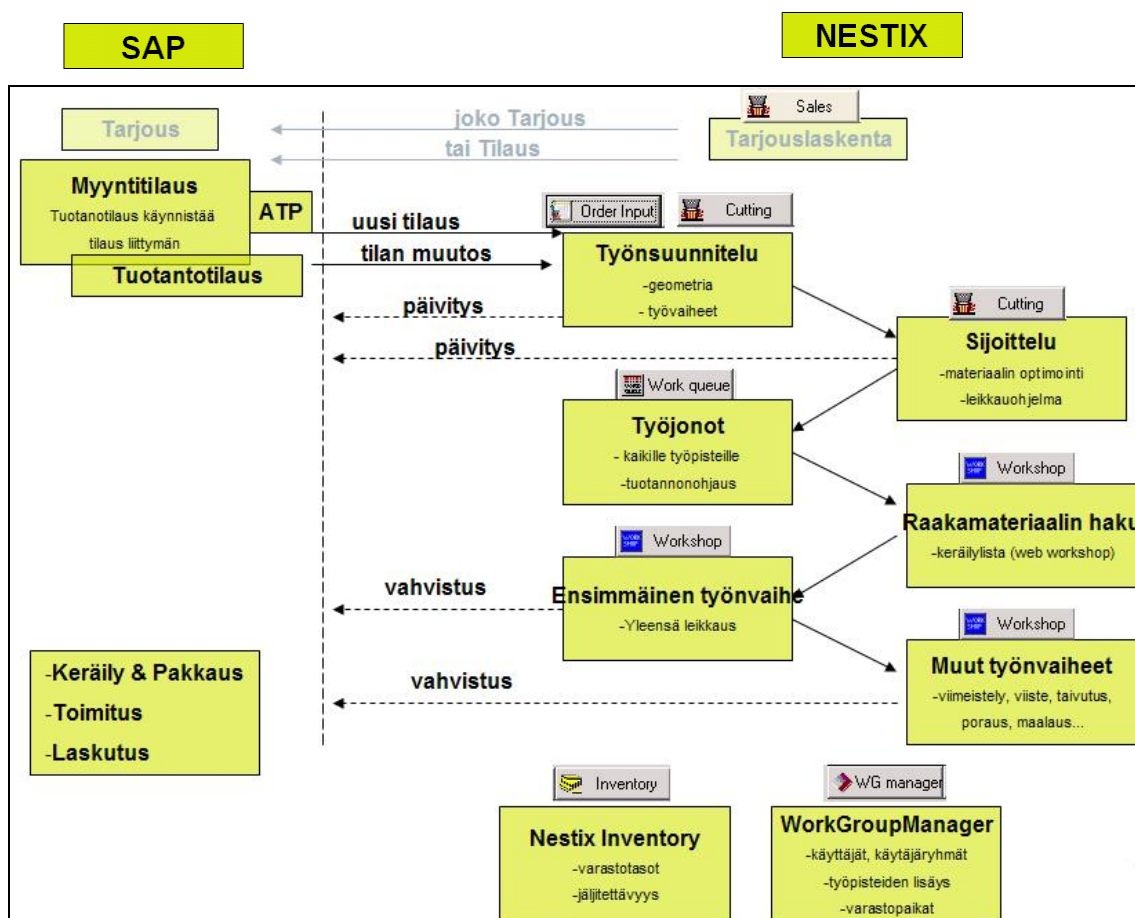
4.2 Tuotannonohjausjärjestelmät

Ruukki Metals Oy:n Seinäjoen teräksen esikäsittelylaitoksella on käytössä kaksi rinnakkaista tuotannonohjausjärjestelmää, SAP ja Nestix. Tarjouslaskenta, tuotannonsuunnittelu ja tuotanto tapahtuu Nestixissä ja kaikki muu toiminta, kuten esimerkiksi tilausten hallinta ja materiaalien hallinta, tapahtuu SAPissa. Kuvassa 4.1. on listattuna järjestelmien roolit tarkemmalla tasolla toiminnoittain.

SAP	NESTIX
Asiakkaiden hallinta	Tarjouslaskenta
Sopimuksien hallinta	Yksityiskohtainen työsuunnittelu ja aikataulutus
Varaston hallinta	Leikkausgeometrian ja nestaus
Myyntitilauksien syöttö	Tuotannon kuittaukset
ATP perustuen raaka-aineen saatavuuteen ja tuotannon kapasiteettiin	Materiaalin käyttö ja työajan laskenta
MRP varastoon tehtäville osille	Tuotannon seuranta
Keräily ja pakkaus	
Toimitus ja laskutus	

Kuva 4.1. SAP - ja Nestix -järjestelmän roolit (Tyynismaa 2010)

Kuvassa 4.2. on esitetty teräksen esikäsittelyprosessi järjestelmien näkökulmasta. Kuva 4.2 esittää mitä toimintoja tehdään missäkin järjestelmässä ja missä järjestyksessä. Kuvassa on esitetty myös liittymäliikenteen ajankohdat ja liikenteen suunnat.



Kuva 4.2. Esikäsittelyprosessi järjestelmässä (Tyynismaa 2010)

4.2.1 SAP

SAP on yksi johtavista integroitujen liiketoimintaratkaisujen toimittajista. SAP:n ratkaisut ovat suunniteltu vastaamaan kaiken kokoisten yritysten tarpeita. SAP:n ratkaisut auttavat yrityksiä parantamaan asiakas- ja kumppanuussuhteitaan sekä tehostamaan toimintojaan ja suorituskykyään läpikoko toimitusketjun. SAP on suunniteltu auttamaan yrityksiä niiden liiketoimintaan kuuluvien prosessien hoidossa, kuten varaston hallinnassa, myyntitilausten käsittelyssä ja laskujen maksussa. SAP on integroitu toiminnanohjausjärjestelmä, joka kattaa laajasti yrityksen liiketoimintaprosessit. Aiemmin oli yleistä, että eri osastoilla oli omat tietojärjestelmänsä. SAP mahdollistaa yrityksen kaikkien osastojen tarpeiden yhdistämisen saman järjestelmän ympärille. (SAP Finlandin 2012)

Ruukissa SAP on käytössä hyvin laajasti niin eri yksiköissä kuin eri tytäryhtiöissäkin. Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittelylaitoksella, kuten muissakin toiminnoissa, SAP on konfiguroitu vastaamaan toiminnan kaikkia tarpeita. Tässä työssä käsiteltävässä

tuotantoteknisessä suunnittelussa SAP on hyvin pienessä roolissa. Varsinainen tuotantotekninen suunnittelu ei tapahdu SAPissa vaan kaikki SAP:iin siirtyvä tuotantotekniseen suunnitteluun liittyvä informaatio kulkee liittymään pitkin Nestix:n ja SAP:n välillä.

4.2.2 Nestix

Nestix Oy on perustettu 1982 ja se on kehittänyt ohjelmistosovelluksia kappale- ja kokoonpanotuotannon esikäsittelytoimintoihin. Nestix Oy on johtava esikäsittely - yritysten tietojärjestelmien toimittaja Euroopassa. Nestix Oy:n asiakkaina ovat erilaiset teräspalvelukeskukset, telakat, konepajayritykset ja teräsrakenneteollisuus. (Nestix Oy 2012)

Nestix -ohjelmistot perustuvat alhaalta ylös -lähestymistapaan, joka ohjaa esikäsittelytoimintoja hyvin tuotantoläheisesti. Ohjelmisto on kehitetty nimenomaan teräspalvelukeskusten toimintaa ajatellen. Nestix -ohjelmisto on integroitu tuotannonohjausjärjestelmä osatuotantoon ja kokoonpanoihin sisältäen työnsuunnittelun ja kappaleiden sijoittelun eli nestauksen.

Ruukki Metals Oy:ssä SAP:n ja Nestix:n välillä on liityntä jossa informaatio liikkuu liittymää pitkin. SAP:ssa luotu tuotantotilaus siirtyy Nestixiin sisältäen kaiken tarvittavan tuotantoinformaation. Tuotantotilaukselle voidaan Nestix:ssä määrittää tarvittavat työvaiheet sekä mallintaa leikkausgeometria. Tilaukset aikataulutetaan työvaihekohtaisesti. Materiaalin käytön optimointi tapahtuu nestaamalla eli sijoittelemalla valmistettavat kappaleet raaka-aineelle eli lähtölevylle. Tähän hyödynnetään Nestix -ohjelmiston sijoittelujärjestelmää, jolla tehdään sijoittelu ja NC -ohjelmointi. Tuotannossa koneiden ja työpisteiden kuormitus hoidetaan Nestix -ohjelmistolla. Työnvaiheiden valmistumiset, materiaalin ja kapasiteetin käyttö sekä laatuun liittyvä informaatio kerätään tuotannosta ohjelmiston avulla. Tuotanto-, materiaali- ja paikkatiedot ovat aina ajan tasalla. (Nestix Oy 2012)

4.3 Tilaustenhallinta

Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittelytoiminnon tilaustenhallinta on keskitetty Seinäjoen yksikköön, josta tehdään kaikki esikäsittelytoimintoon liittyvät tilaukset. Tällä keskittämällä on haluttu varmistaa, että niin materiaalien satavuus, tuotannon kapasiteettitilanne kuin muutkin toimitukseen liittyvät asiat pysyvät hallinnassa huolimatta, että varsinaiset myyntitoiminnot sijaitsevat ympäri maailmaa kansainvälisissä toimintaympäristöissä. Tilaustenhallinta on jaettu kahteen eri toimintoon, jotka tukevat ja täydentävät toisiaan. Nämä ovat tarjouslaskenta ja tilaustenkäsittely.

4.3.1 Tarjouslaskenta

Tarjouslaskenta -osasto hinnoittelee Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittely toiminnossa valmistettavat tuotteet. Hinnoittelu sisältää sekä materiaalin että työn osuuden ja muiden palveluiden hinnoittelun. Tuotteiden hinnoittelu tapahtuu joko suorille asiakasti-

lauksille tai asiakkailta tulleille tarjouspyynnöille. Tarjouslaskenta -osasto käyttää tuotteiden hinnoittelussa tähän tarkoitukseen räätälöityä Nestix Sales -ohjelmistoa. Nestix Sales:lla hinnoiteltaville tuotteille määritellään niin lähtömateriaalit kuin tarvittavat työvaiheetkin. Myös rahdit ja muut palvelut sekä tilaustiedot määritellään yksityiskohtaisesti jo hinnoitteluvaiheessa. Nestix Salesissa on tarjouslaskennalla käytettävissä lähes kaikki samat toiminnot kuin muissakin Nestix -ohjelmistoissa, joita käytetään esimerkiksi tuotannonsuunnittelussa. Tämä mahdollistaa sen, että jo tarjouslaskentavaiheessa voidaan ottaa huomioon kaikki yksityiskohdat ja erilaiset hinnoittelukomponentit, joita todellisuudessaakin tuotteen valmistamiseen tarvitaan. Tällaisia ovat esimerkiksi kaikki tuotannon vaatimat työvaiheet sekä lähtömateriaalin todellinen kulutus. Asiakkaan tilauspäättöksen syntyessä tilaustiedot saadaan siirtymään Nestix Salesista suoraan SAP:iin liittymään pitkin. Liittymää pitkin siirtyvät kaikki tarvittavat informaatiot tuotantotilauksen luomista varten.

4.3.2 Tilausten käsittely

Samoin kuin tarjouslaskenta niin myös tilausten käsittely on keskitetty Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittelytoiminnossa yhteen paikkaan ja samaan organisaatioon. Kuten aikaisemmin todettiin, tällä varmistetaan, että kokonaisuus on koko ajan hallinnassa, huolimatta suuresta ja globaalista myyntiorganisaatiosta.

Tilausten käsittely tehdään pääasiassa SAP -ympäristössä. Tilaukset voivat olla tyy-piltään sellaisia, että tilausten käsittelijä syöttää tilauksen suoraan SAP:iin tai se voi olla luonteeltaan sellainen, että tilaus on jo käsitelty ja hinnoiteltu Nestix Sales:lla josta se on siirretty liittymää pitkin SAP:iin. Tapauksissa, joissa tilaus on siirretty Nestix Sales:sta SAP:iin, jää tilausten käsittelijän tehtäväksi SAP:ssa ajaa ATP -tarkastus (Available To Promise), jolla varmistetaan kapasiteetin ja materiaalin saatavuus sekä tilauksen vahvistaminen asiakkaalle. Mikäli tilausta ei ole tehty Nestix Salesilla, tilausten käsittelijän on syötettävä kaikki yksityiskohtaiset tilaukseen liittyvät tiedot SAP:iin. Vasta tämän ja ATP -tarkastuksen jälkeen on järjestelmän mahdollista luoda tuotantotilaus, joka aikanaan siirtyy liittymää pitkin Nestix -järjestelmään.

4.4 Tuotantotekninen suunnittelu

Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittelytoiminnon tuotantotekninen suunnittelu on jaettu kahteen eri toimintoon. Ne ovat niin sanottu geometrian piirto ja työvaiheistus sekä nestaus. Yhdessä nämä toiminnot muodostavat kokonaisuuden, josta käytetään nimitystä tuotantotekninen suunnittelu.

4.4.1 Geometrianpiirto ja työvaiheistus

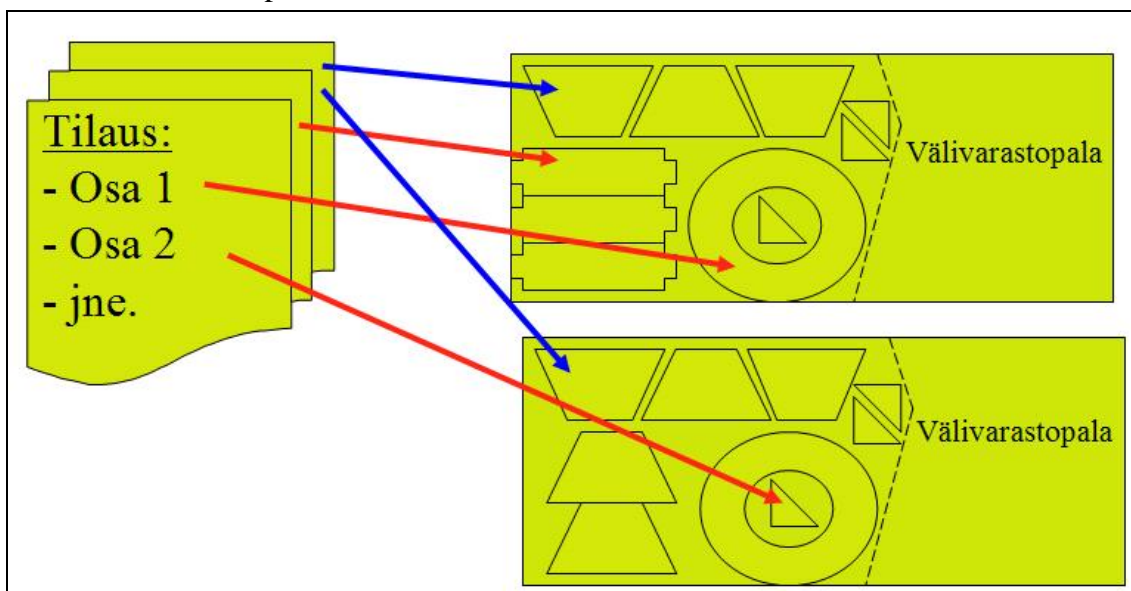
Geometrianpiirron ja työvaiheistuksen kaksi päätehtävää ovat polttogeometrian piirto sekä tuotannossa tehtävien työvaiheiden lopullinen määrittelemine. Polttogeometrian piirtoon on erilaisia mahdollisuuksia riippuen siitä millaiset lähtötiedot tilaava asiakas

on osalle antanut. Jos asiakas on toimittanut tilauksen yhteydessä valmiin polttogeometrian dxf -formaattissa, se voidaan siirtää sellaisenaan Nestix -järjestelmään ja hyödyntää suoraan polttogeometrian määrittämisessä. Se on nopein ja helpoin tapa luoda polttogeometria. Mikäli tilattavan osan piirustusta ei ole saatavilla dxf- tai dwg -formaattissa, voidaan polttogeometria piirtää Nestix -järjestelmässä sen piirtotoimintoa hyödyntäen. Huolimatta siitä, kumpaa tapaa polttogeometrian määrittämiseen käytetään, on lopputuloksena aina geometria, joka vastaa asiakkaan kuvan asettamia vaatimuksia.

Tuotantotekniseen suunnitteluun kuuluu osana myös tarvittavien tuotannon työvaiheiden määrittäminen tilausriville, jotta lopputuloksena on tuote, joka vastaa asiakkaan tilauksella asettamia vaatimuksia. Käytännössä työnvaiheet on määritetty jo tilaustenhallinnassa, mutta tuotannonsuunnittelu -osaston vastuulle jää lopullinen työvaiheketjun määrittäminen ottaen huomioon kaikki tekniset vaatimukset, työmenetelmien asettamat rajoitukset sekä kuormitustilanteet.

4.4.2 Nestaus

Nestaus- eli sijoittelu -toiminto vastaa kappaleiden sijoitlemisesta lähtölevylle. Se on siis materiaalin käytön suunnittelua ja sen yksi tärkeimmistä tavoitteista on saada aikaan mahdollisimman hyvä tuotos. Nestauksen periaatetta on esitetty kuvassa 4.3. Lisäksi sijoittelija määrittää laitimilleen sijoitteluille polttoradat niin, että sijoitteluista tulee valmiita nc -ohjelmia, jotka ovat valmiita sellaisenaan siirrettäväksi leikkauskoneille ja leikattavaksi. Sijoittelijan on huolehdittava, että sijoittelut ovat tehokkaasti leikattavissa huomioiden leikattaviin kappaleisiin vaikuttavat tekijät. Tällainen vaikuttava tekijä voi olla esimerkiksi lämpövaikutus.



Kuva 4.3. Nestaus (Tyynismaa 2010)

4.5 Tuotanto

Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittelytoiminnon tuotanto muodostuu kahdesta eri yksiköstä jotka sijaitsevat eri paikkakunnalla, Seinäjoella ja Raahessa. Molemmilla paikkakunnilla ovat samat perustoiminnot jotka ovat leikkaus, viisteytys sekä särmäys. Toimintojen toteuttamismahdollisuudet poikkeavat toisistaan riippuen paikkakunnasta mutta pääpiirteittäin yksiköt ovat tuotantonäkökulmasta samanlaisia.

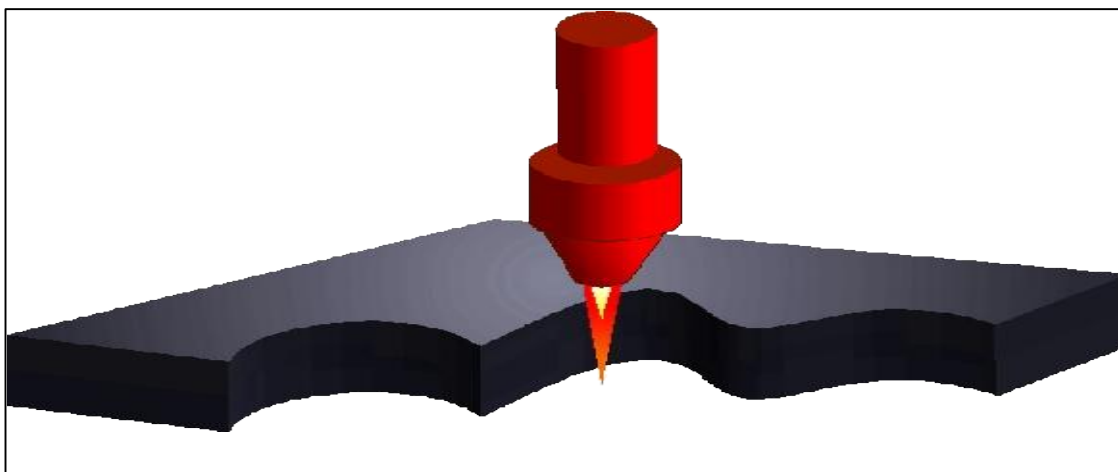
4.5.1 Tuotantoyksiköt

Seinäjoen tuotantoyksikkö koostuu kahdesta noin 8000 m² kokoisesta hallista. Yksikössä leikataan kaikilla termisillä leikkausmenetelmillä eli poltto-, plasma- ja laserleikkauksella muotoleikkeitä. Leikkeitä voidaan jatkojalostaa viisteyttämällä, särmäämällä ja koneistamalla. Myös erilaiset hitsaustyöt ja pintakäsittelyt ovat mahdollisia laajan alihankintaverkoston kautta. Seinäjoen yksikkö toimii pääasiassa keskeytyvässä kaksivuorossa, poikkeuksena tietyt leikkauslinjat. Tällaisia ovat muun muassa laserleikkaus ja viisteplasmaleikkaus, jotka toimivat keskeytyvässä kolmivuorossa.

Raahen tuotantoyksikkö koostuu yhdestä 5000 m² kokoisesta hallista. Yksikössä leikataan poltto- ja plasmaleikkauksella muotoleikkeitä. Jatkojalostus on mahdollista viisteyttämällä, särmäämällä ja koneistamalla. Samoin kuin Seinäjoella, laajalla alihankintaverkostolla on mahdollista toimittaa asiakkaille myös hitsattuja ja pintakäsiteltäviä tuotteita. Raahen yksikkö toimii keskeytyvässä kaksivuorossa.

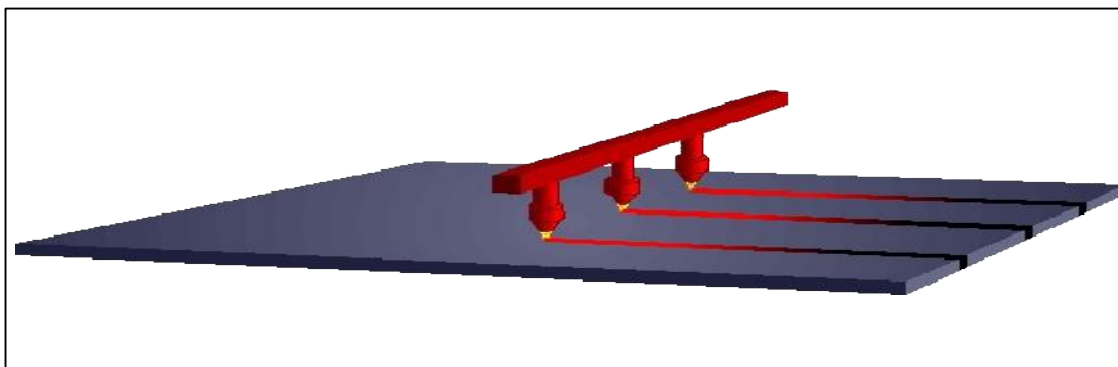
4.5.2 Tuotantoprosessit

Yksi yleisimmistä leikkausmenetelmistä teräksen esikäsittelytoiminnossa on plasmaleikkaus. Plasmaleikkauksessa käytetään keskitettyä sähköistä valokaarta, joka korkealämpötilaisen plasmasäteen avulla sulattaa materiaalin. Menetelmä soveltuu kaikille sähköä johtaville materiaaleille. Ruukki Metals Oy:n esikäsittelytoiminnossa plasmaleikkausta käytetään hiiliterästen muotoleikkaamiseen ja viisteyttämiseen. Plasmaleikkausprosessissa leikkaus tapahtuu yhdellä leikkauspäällä, kuten kuvassa 4.4. on esitetty. Menetelmän etuja on muun muassa polttoleikkausta vähäisempi lämmöntuonti mikä vähentää osaltaan lämpövetelyjä (Oy Esab 2012). Ruukki Metals Oy:n esikäsittelytoiminnossa plasmaleikkausta käytetään pääsääntöisesti ainevahvuuden ollessa 3 mm:stä 20 mm:iin.



Kuva 4.4. Plasmaleikkaus yhdellä leikkauspäällä. (Tyynsimaa 2010)

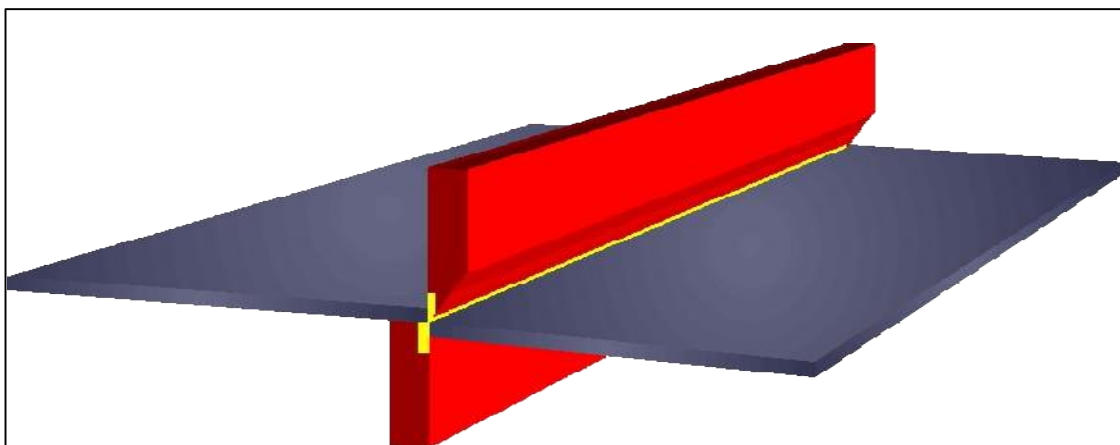
Poltto- eli kaasuleikkaus on plasmaleikkauksen ohella yleisin muotoleikkausmenetelmä Ruukki Metals Oy:n esikäsittelytoiminnossa. Polttoleikkausprosessissa hiiliterästä leikataan hapen ja poltтокаasun yhteisvaikutuksella. Leikkausprosessi on mahdollista tehdä niin sanottuna monipilliajona, periaate on esitetty kuvassa 4.5. Tällöin prosessista saadaan tehokkaampaa verrattuna leikkaukseen yhdellä leikkauspäällä. Polttoleikkausta käytetään ainevahvuusalueella 20 mm:stä aina 300 mm:iin. (Työterveyslaitos 2012)



Kuva 4.5. Polttoleikkaus monipilliajona. (Tyynsimaa 2010)

Laserleikkauksessa Ruukki Metals Oy:ssä käytetään CO₂ -laserlähteitä. Laserleikkaus on jatkuvasti kasvattanut suosiotaan ja yhä useammin asiakkaan vaatimuksena on laserleikattu kappale. Laserleikkauksen etuja muihin termisiin leikkausmenetelmiin verrattuna ovat muun muassa valmistustarkkuus, suuri leikkausnopeus, pieni lämmöntuonti kappaleeseen, leikkauspinnan hyvä pinnanlaatu sekä vähäinen jälkityöstön tarve. Laserleikkausta voidaan käyttää ainevahvuuden ollessa 1 mm:stä 20 mm:iin.

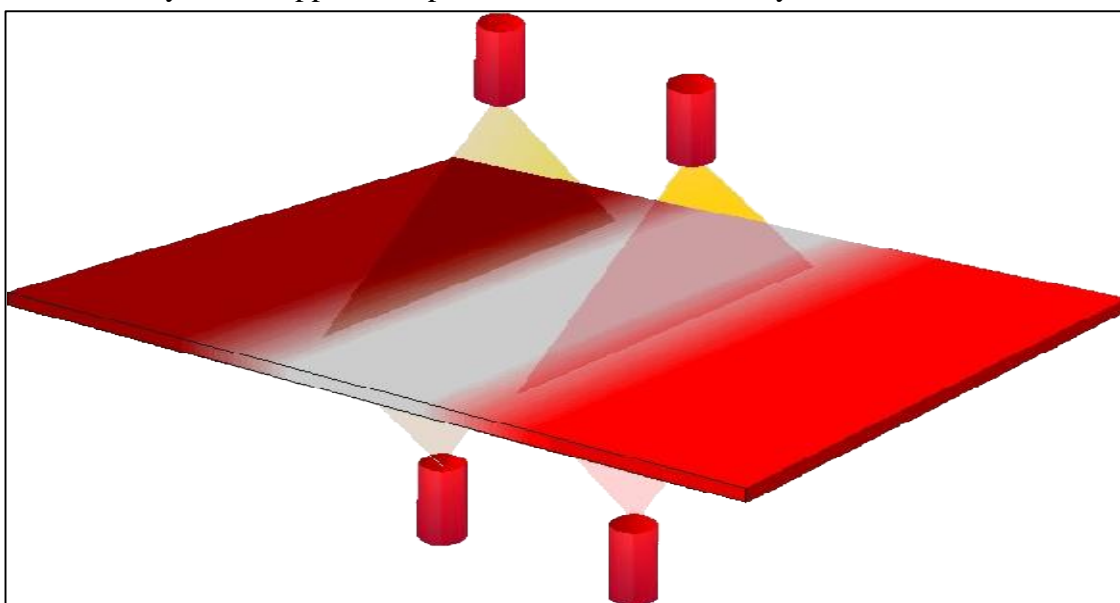
Mekaaninen leikkaus, joka tässä yhteydessä on suuntaisleikkausta, on meistotekniikkaa jossa leikkaus suoritetaan saksimaisten terien vaikutuksella. Tässä prosessissa kone painaa leikkaustyökalun vastintyökaluun, jolloin välissä olevaan levyyn muodostuu leikkauspinta osittain leikkautumalla ja osittain murtumalla (Aaltonen et al. 1997). Mekaaninen leikkaus on mahdollista silloin, kun ainevahvuus on suurimmillaan 12 mm, riippuen kuitenkin materiaalilaadusta. Mekaanisen leikkauksen periaate on esitetty kuvassa 4.6.



Kuva 4.6. Mekaaninen leikkaus (Tyynsimaa 2010)

Viisteitys on lisääntynyt viimeaikoina johtuen pitkälti asiakkaiden kasvavasta halusta saada entistä pidemmälle jalostetumpia tuotteita. Viisteiden valmistukseen on Ruukki Metals Oy:n esikäsittelyssä useita erilaisia mahdollisuuksia. Kappaleeseen tulevat viisteet voidaan tehdä joko muotoleikkauksen yhteydessä tai jälkiviisteinä varsinaisen muotoleikkauksen jälkeen. Viisteet voidaan tehdä leikkauksen yhteydessä joko laser-, plasma- tai polttoleikkauksena. Jälkiviisteinä viisteet voidaan tehdä joko polttoleikkaamalla, mekaanisella leikkauksella kiekkoleikkaimella tai viiste voidaan valmistaa myös koneistamalla.

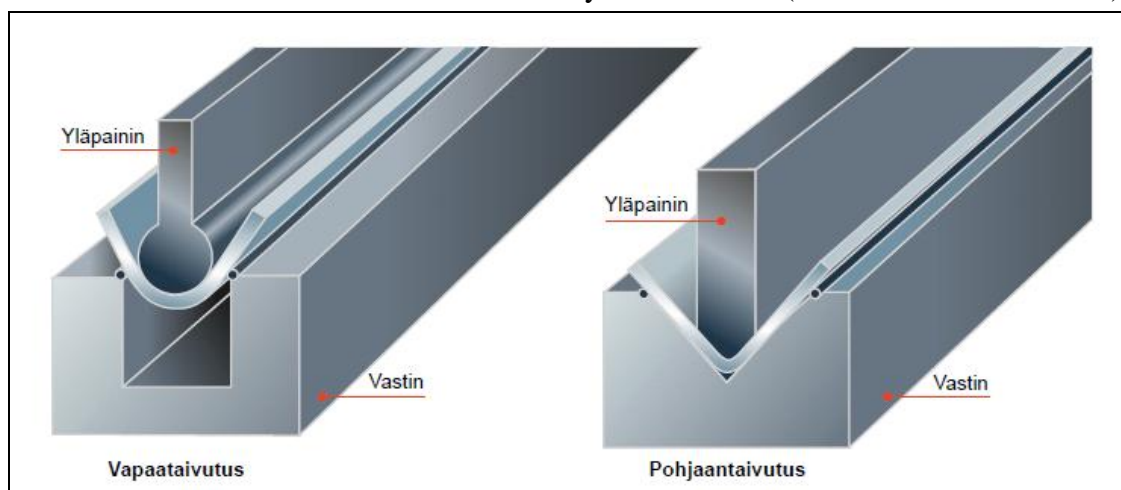
Ruukki Metals Oy:n esikäsittelytoiminnon prosesseihin kuuluu myös teräsraepuhallus. Siinä, joko leikatut muotokappaleet tai kokonaiset levyt, sinkopuhalletaan teräsraeilla, joka puhdistaa kappaleen tai levyn kaikista epäpuhtauksista ja leikkaushilseistä. Käsittely myös varmistaa mahdollisessa pintakäsittelyssä pinnoitteen tasaisen ja laadukkaan kiinnittymisen kappaleiden pinnalle. Periaate on esitetty kuvassa 4.7.



Kuva 4.7. Sinkopuhallus (Tyynsimaa 2010)

Koneistus on mahdollista Ruukki Metals Oy:n esikäsittelytoiminnoissa niin yksinkertaisten porauksien kuin vaativimpien koneistuksienkin suhteen. Laaja alihankintaverkosto antaa hyvät mahdollisuudet toimittaa koneistusta mitä erilaisempiin tarpeisiin.

Särmääminen on muovaava valmistusmenetelmä, jossa kappaleeseen tehdään taivutamalla pysyviä muodonmuutoksia. Ruukki Metals Oy:n esikäsittelytoiminnossa taivuttamiseen käytetään särmäyspuristimia. Särmäyspuristimessa levy taivutetaan yläpainimen ja vastimen välissä tavoitteen mukaiseen kulmaan tai taivutussäteeseen. Vapaataivutuksessa levy on koko työiskun ajan vastimen kulmien varassa. Oikea taivutuskulma saadaan säätämällä iskunpituutta. Vapaataivutuksessa vastimen aukon leveys on säädettävä. Pohjaan taivutuksessa iskunpituus on niin suuri, että yläpainin painaa taivutettavan levyn kokonaan vastinta vasten. Levyyn tulee painimen ja vastimen mukainen särmän muoto. Särmäyksen periaate on esitetty kuvassa 4.8. Pohjaan taivutuksessa vastimen aukko eli V-aukko on kiinteä eikä leveyttä voi säätää. (Ruukin www-sivut 2012)



Kuva 4.8. Särmäys (Tyynsimaa 2010)

5 TUOTANTOTEKNISEN SUUNNITTELUN NYKYTILANTEEN SELVITYS

Tässä luvussa perehdytään tilanteeseen, joka tuotannonsuunnittelussa oli, kun tämä tutkimustyö aloitettiin. Samassa yhteydessä eritellään ne tuotannonsuunnittelun ongelmat ja kehitystarpeet joihin haetaan ratkaisuja ja kehitystoimenpiteitä. Siten tässä kappaleessa tarkennetaan myös diplomityön rajausta tarkentaen se tutkimuksissa havaittuihin ongelmiin. Luvussa selvitetään lähtötilanne keskittyen niin toimintatapoihin kuin järjestelmiinkin. Varsinainen toimintaympäristönkuvaus on esitetty luvussa 4. eikä sitä tarkastella tässä yhteydessä tarkemmin.

Ruukki Metals Oy:n Teräksen esikäsittelytoiminnon tuotantotekninen suunnittelu käsittää kaksi erillistä toimintoa. Ne ovat niin sanotut geometrianpiirto ja sijoittelu. Geometrianpiirto sisältää, nimestä poiketen, paljon muutakin kuin pelkän geometrianpiirron. Se sisältää pääpiirteittäin leikkausgeometrianpiirron, työnvaiheistuksen, särmäsuunnittelun, piirustusarkiston ylläpidon, tuotannonohjeistamisen, valmistuksen etenemisen seurannan, viisteiden suunnittelun, mittapöytäkirjojen suunnittelun sekä tuotantotilauksen ja asiakkaan tilauksen yhteneväisyyden tarkistamisen. Kokonaisuudessaan geometrianpiirron tärkein tehtävä on olla linkkinä asiakkaan ja tuotannon välissä ja vastata siitä, että tuote on asiakkaan vaatimuksien mukainen.

Sijoittelu, eli polttogeometrioiden niin kutsuttu nestaus, sisältää leikattavien kappaleiden sijoittelemisen lähtölevylle ja leikkausradan määrittämisen kappaleiden leikkaukselle. Sijoittelijan päätehtävät ovat materiaalinkäytön suunnittelu ja romuprosentin minimoiminen, sijoitteluiden leikattavuuden varmistaminen, työajan minimointi sijoitteluiden kautta, varastonkierron maksimointi materiaalivalintojen kautta sekä optimaalinen tuotannon kuormitus leikkauskoneita valittaessa. Sijoittelija on erittäin tärkeässä roolissa taloudellisen tuloksen optimoinnissa, koska sillä on ratkaiseva rooli määrittäessä syntyvää tuotosta.

Nykytilan selvityksessä tullaan tutkimaan läpäisyajkoja, rivimääriä, työ kustannuksia, reklamaatioita, sisäisiä toimitusvarmuuksia, sisäisiä hylkäyksiä, järjestelmän ongelmia sekä muita asioita, jotka kertovat tuotannonsuunnittelun nykytilanteesta sekä tekijöistä, jotka nykytilanteen aiheuttavat. Selvityksessä on tarkoitus avata koko tuotannonsuunnitteluprosessi ja miettiä, että voiko ja kannattaako asioita tehdä, paremman läpimenon ja tehokkuuden sekä laadun takaamiseksi, toisin kuin niitä tällä hetkellä tehdään. Eli miten toiminnot saataisiin tehtyä nopeammin, paremmin ja tehokkaammin. Selvityksessä tullaan keskittymään myös tuotannonsuunnittelun sisäiseen töiden ajoittamiseen ja työjonon hallintaan. Näin siksi, että tuotannonsuunnittelu on valmistusketjun ensimmäinen linkki ja siten ratkaisevassa asemassa koko ketjun toimitusvarmuuden

ja tehokkuuden onnistumisessa. Tilauksien tuotantotekninen suunnittelu, jota tuotannonsuunnitteluosaston työ enimmäkseen on, on näin ollen tärkeää tehdä oikeaan aikaan ja nimenomaan oikeassa järjestyksessä.

5.1 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa etsitään tekijöitä, joita eliminoimalla tai kehittämällä koko tuotannonsuunnittelun toimintaa saadaan entistä nopeammaksi, paremmaksi ja kustannustehokkaammaksi. Tietoa kerätään Ruukin eri järjestelmistä ja niitä analysoidaan eri muodoissa. Kerättävää tietoa tulevat olemaan muun muassa erilaiset läpäisyajat, reklamaatiot, sisäiset hylkäykset, toimitusvarmuudet sekä erilaiset toteutuneet tunnusluvut tilauskannasta.

Tutkimuksessa analysoidaan tämän hetken tilannetta tuotannonsuunnittelussa Lean -filosofiaa noudattaen. Pyritään tunnistamaan se lisäarvo, josta asiakas on valmis maksamaan. Koko tilaus-toimitus -prosessin arvovirrat mallinnetaan ja tuotannonsuunnittelun osa-prosesseista luodaan vuokaaviot. Arvovirrat mallinnetaan sillä tasolla kuin se on merkityksellistä tämän työn kannalta. Nykytilannetta kartoittamalla pyritään tunnistamaan hukka ja siten myös poistamaan se prosessista. Analysoimalla pyritään tunnistamaan kaikki vaiheet, jotka eivät tuota lisäarvoa. Kustannusten ja virheiden aiheuttajia kerätään kootusti ja niitä analysoidaan. Tutkimuksessa pyritään saamaan esille pullonkaulat ja suurimmat ongelmien aiheuttajat.

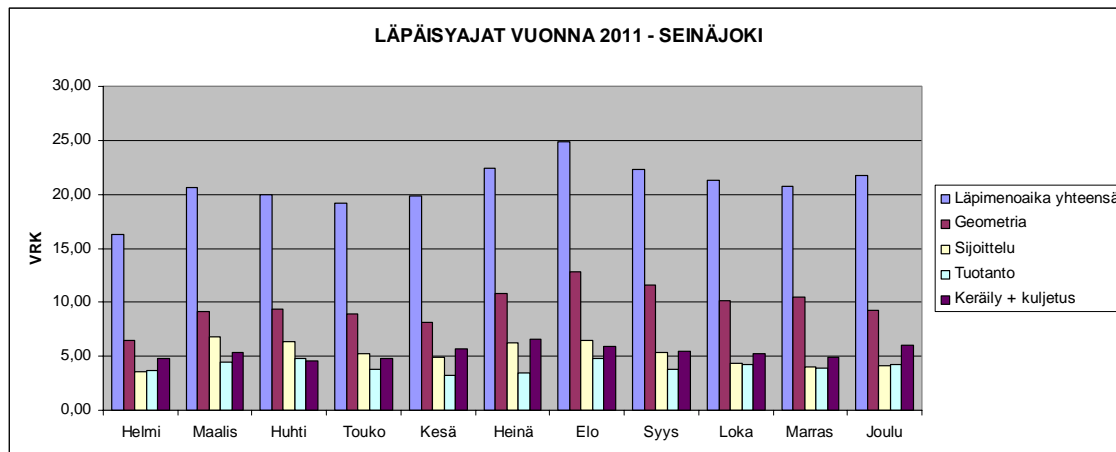
Tutkimuksessa on myös keskusteltu asioista koko tuotannonsuunnitteluosaston kanssa yhteisesti sekä yksittäisiä henkilöitä haastatteleamalla ja näin etsitty nykytilanteen epäkohtia sekä kehitettäviä asioita. Tuotannonsuunnitteluosasto on jaettu tiimeihin, joiden kanssa on yhdessä listattu asioita, joita kehittämällä koko osaston toimintaa saadaan kehitettyä parempaan suuntaan. Esiin on pyritty nostamaan nimenomaan asioita, jotka tällä hetkellä hidastavat ja haittaavat tehokasta toimintaa.

Työjonojen hallinnan parantamismahdollisuuksia tullaan selvittämään tutkimalla erilaisia vaihtoehtoja töiden priorisoimiseen. Työssä etsitään vaihtoehtoja tuotantoteknisen suunnittelun yksittäisten tilauksien työjärjestyksen määrittämiseen kirjallisuudessa esitettyjen priorisointivaihtoehtojen mukaisesti. Työssä pyritään selvittämään myös muita mahdollisia vaihtoehtoja, joilla voidaan varmistaa se, että oikeat työt tehdään oikeaan aikaan. Tällä saadaan varmistettua koko tuotantoketjun oikea aikainen eteneminen.

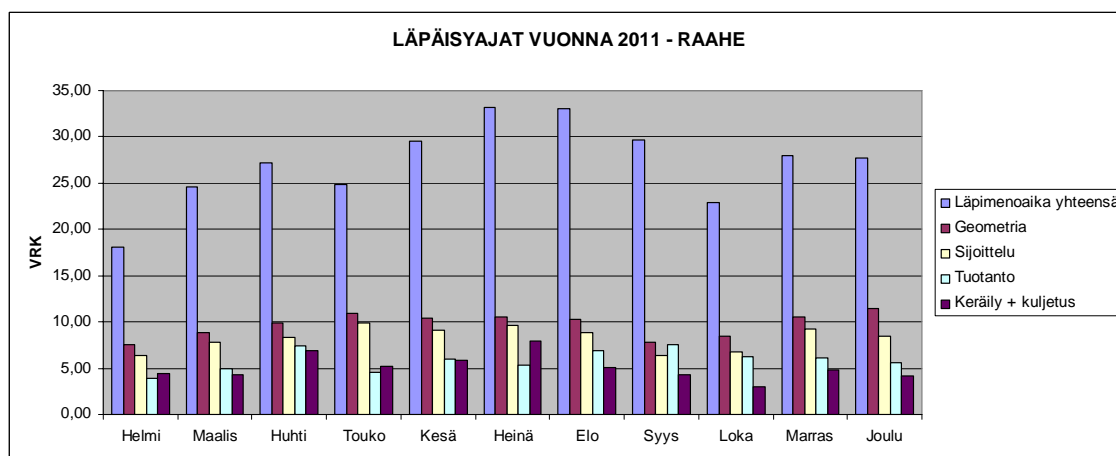
5.2 Tutkimustulokset

Tutkimustyössä tutkittiin tilauksien läpäisyaikaa koko tilaus-toimitus ketjussa alkaen siitä, kun tilaus on kirjattu toiminnanohjausjärjestelmään ja päättyen siihen, kun tilaus lastataan autoon. Kuvissa 5.1 ja 5.2 on esitetty Seinäjoen ja Raahen yksiköiden läpäisyajat vuorokausina toiminnoittain. Koko läpäisy aika on jaettu neljään eri vaiheeseen. Ne ovat geometrian piirto, sijoittelu, tuotanto sekä keräily ja kuljetus. Geometrian piirto ja

sijoittelu kuuluvat samaan tuotannosuunnitteluosastoon ja ovat osa tuotantoteknistä suunnittelua. Tuotantovaihe sisältää kaikki ne tuotannon jalostavat ja jalostamattomat työnvaiheet joita tuotannossa tilaukselle tehdään. Keräily ja pakkaus sisältävät tilauksen osien keräämisen varastosta sekä niiden pakkaamisen ja lastaamisen kuljetusvälineisiin toimitettavaksi asiakkaille. Jokainen kuvassa 5.1 ja 5.2 eritelty vaihe sisältää myös odottamisen edellisen työnvaiheen jälkeen, ennen kuin se otetaan kyseisessä työnvaiheessa työn alle.



Kuva 5.1. Tilauksien läpäisyajan jakautuminen eri vaiheisiin Seinäjoella

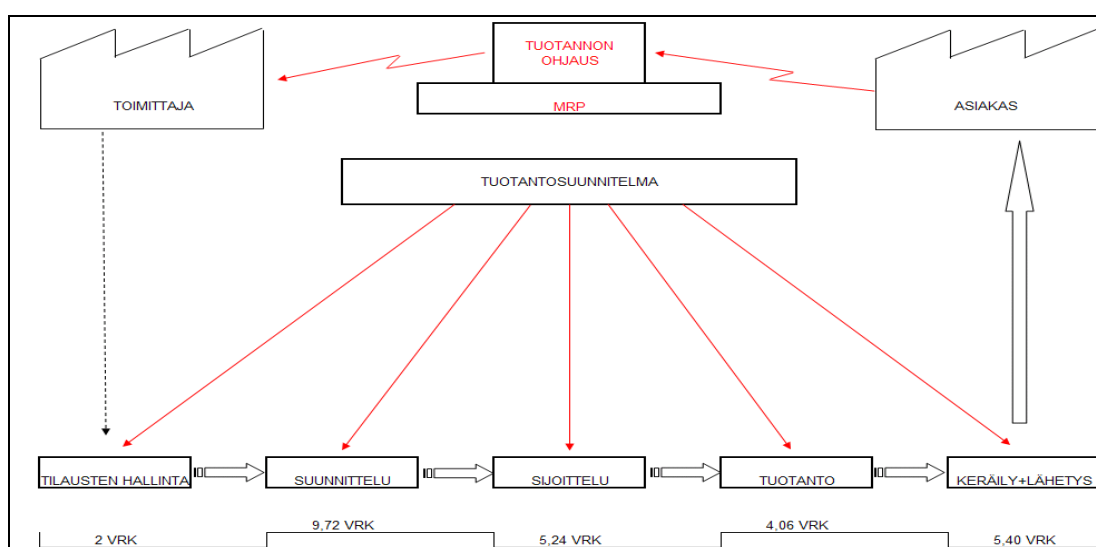


Kuva 5.2. Tilauksien läpäisyajan jakautuminen eri vaiheisiin Raahessa

Kuvassa 5.3 on esitetty Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittely -toiminnon arvovirtakaavio siinä muodossa kuin se koskee tätä työtä. Työssä on kartoitettu tuotteen kulku ja määritetty karkealla tasolla ne työnvaiheet, joiden läpi tilaus kulkee. Arvovirtakaaviossa esitetyt, niin sanotut esikäsittelytoiminnon omat vaiheet ovat tilausten hallinta, suunnittelu, sijoittelu, tuotanto sekä keräily ja lähetys. Tilausten hallinta sisältää tarjouslaskennan ja tilausten käsittelyn. Suunnittelu ja sijoittelu ovat geometrian piirtoa ja nestäusta eli tuotantoteknistä suunnittelua. Lisäksi kaavioon on määritelty informaation kulku eri toimintojen ja toimijoiden välillä. Arvovirtakaaviossa esitetyt esikäsittelytoimintojen omien työvaiheiden läpäisyajat ovat vuoden 2011 läpäisyajojen keskimääräi-

siä arvoja Seinäjoelta. Toimintojen samankaltaisuuden takia Raahen yksikön arvovirtakaaviota ja läpäisyajoja ei tässä yhteydessä esitetä erikseen.

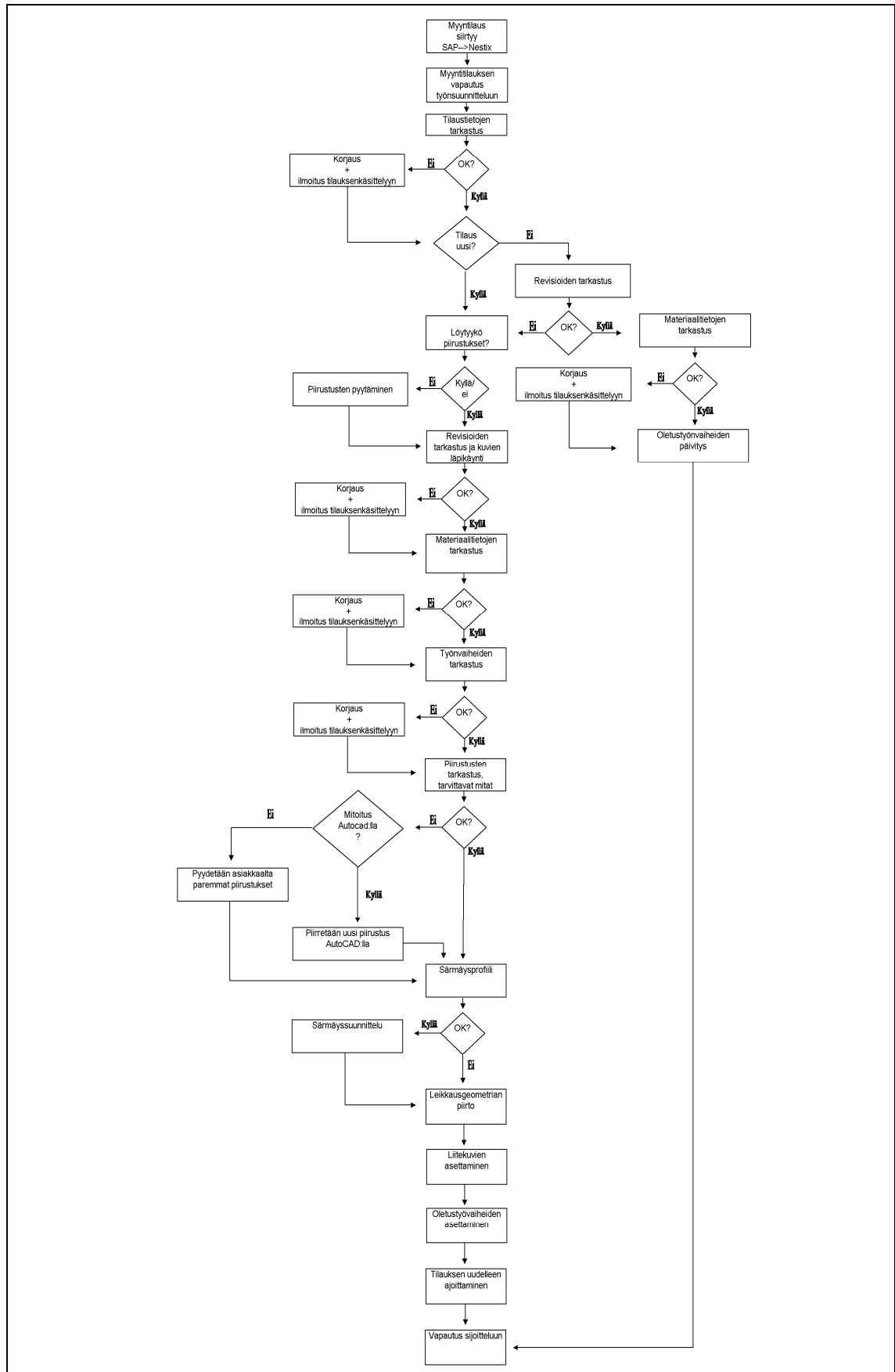
Informaatio kulkee suurpiirteittäin niin, että asiakkaalta saadaan esimerkiksi pitkällä aikavälillä ennusteita tulevista tarpeista. Sen perusteella informaatiota viedään toimittajille ja omalle tuotannonohjaukselle jonka perusteella voidaan tehdä tuotantosuunnitelmia tulevaisuutta varten sekä esimerkiksi ohjata varaston hallintaa haluttuun suuntaan. Tällä pyritään varautumaan tuleviin tarpeisiin ja optimoimaan niin varastot kuin tuotantokapasiteettikin. MRP (Material Requirements Planning) tarkoittaa tarvelaskentaa. Informaatiota on myös tilaukset, joita asiakkaalta saadaan. Niistä informaatiota viedään myös sekä toimittajille että omalle tuotannon ohjaukselle. Tämän informaation perusteella syntyy tarkempi tuotantosuunnitelma.



Kuva 5.3. Teräksen esikäsittelyn arvovirtakaavio

Kuvassa 5.4 on esitetty geometrian piirto -prosessi vuokaaviona. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä vaihetta, kun myyntitilaus on tallennettu SAP-tuotannonohjausjärjestelmään ja tuotantotilaus on siirtynyt Nestix -järjestelmään. Tällä vuokaavio -esityksellä hahmotetaan kaikki prosessiaskeleet, joita koko toiminto sisältää. Samoin kaikki mahdolliset aliprosessit on huomattavasti helpompi hahmottaa vuokaavion avulla. Tässä työssä ylätasoinen prosessikaaviona on käytetty kuvassa 5.4 esitettyä geometriapiirtoa.

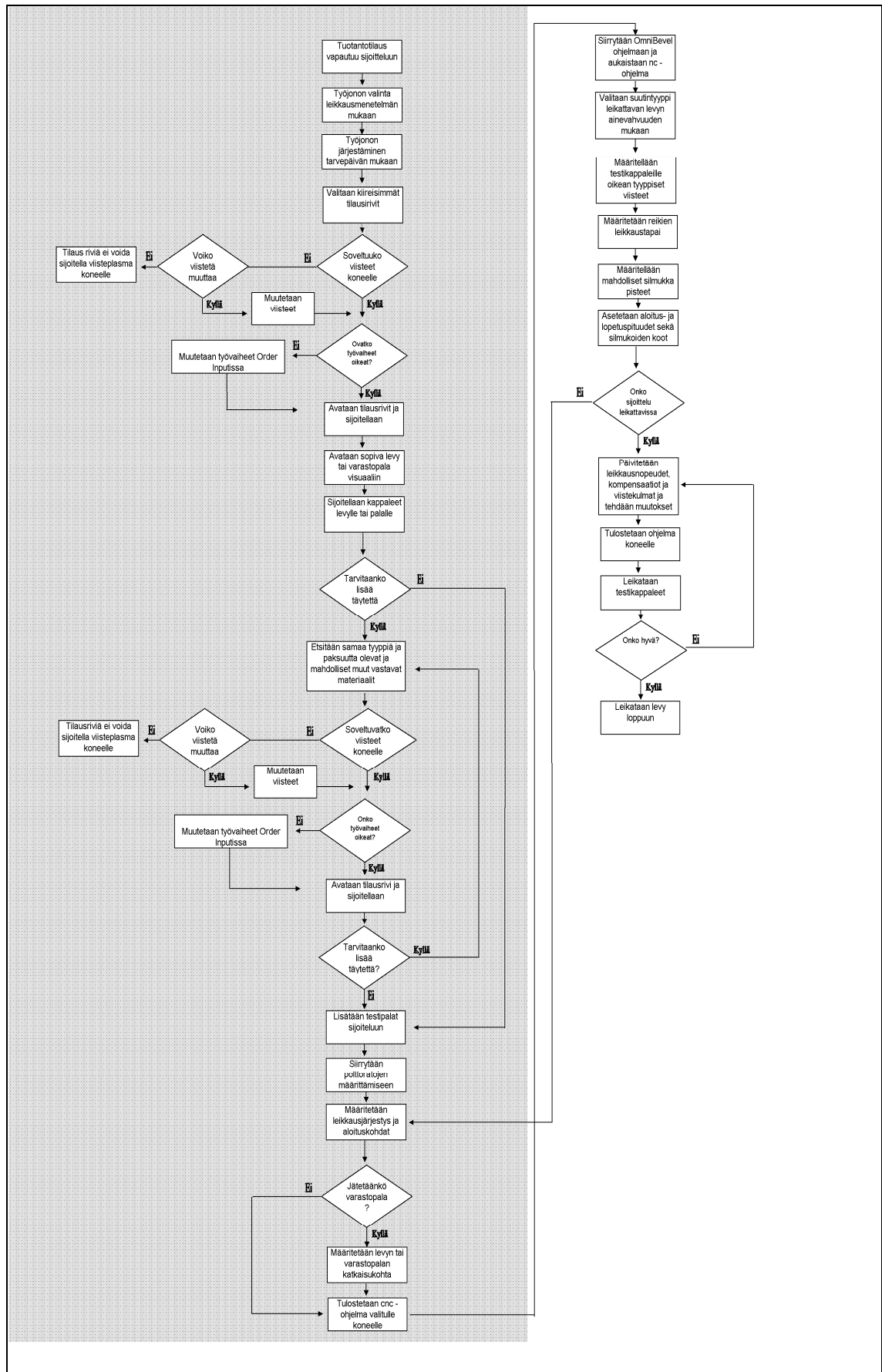
Kuten vuokaaviosta käy ilmi, geometrian piirto -vaihe on monelta osin edellisten vaiheiden tuotosten oikeellisuuden tarkastamista. Geometrian piirroksessa korostuu se, että mikäli edellisissä vaiheissa on huomioitu riittävällä tasolla kaikki tarvittava tieto niin geometrian piirrosta jää huomattava määrä turhia työvaiheita pois. Esimerkkinä voidaan mainita piirustusten etsiminen. Piirustusten etsimisen työllistävä vaikutus korostuu myös tuotannon suunnittelu -osaston henkilöstön esille tuomissa epäkohdissa ja jatkuvaa lisätyötä aiheuttavissa tekijöissä. Piirustusten etsiminen on täysin turha työvaihe geometrian piirto -työvaiheen sisällä, joka on helposti poistettavissa.



Kuva 5.4. Vuokaavio, geometrian piirto

Kuvassa 5.5 on esitetty sijoittelu -prosessi vuokaaviona. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä vaihetta, joka alkaa kun tuotantotilaus on vapautettu sijoitteluun Nestix -järjestelmässä geometrian piirtovaiheesta. Kyseisessä vuokaaviossa on esitetty erityisesti viisteplasmasijoittelun prosessin kulku. Se poikkeaa merkittävästi normaalista sijoittelun -prosessista ollen monivaiheisempi. Huomioitavaa on, että viisteplasma sijoittelu joudutaan tekemään kahdella eri ohjelmistolla eikä yhdellä, kuten normaalit sijoittelut muille leikkaaville koneille tehdään. Vuokaaviossa nämä kaksi eri ohjelmaa on esitetty kuvan eri puolilla, toinen harmaalla pohjalla ja toinen valkoisella pohjalla.

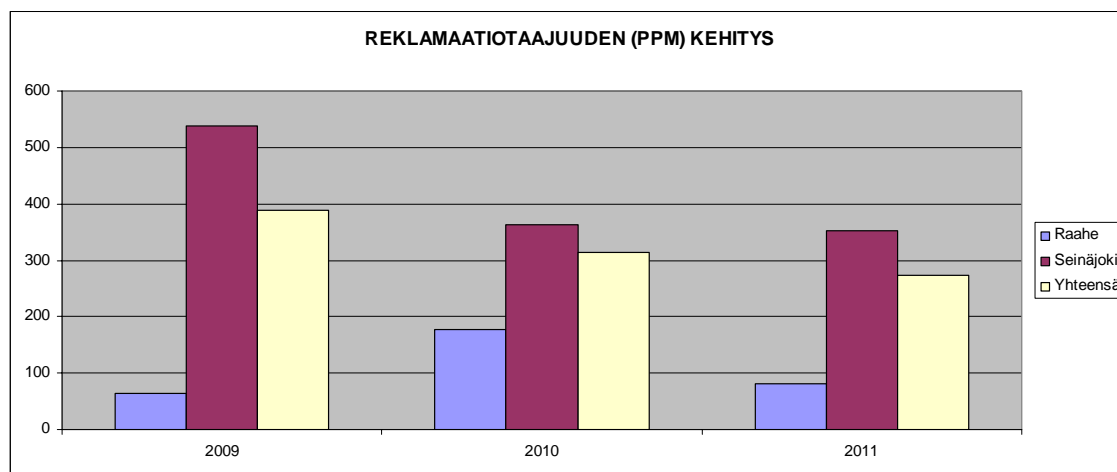
Vuokaaviossa esitetystä prosessin kulusta käy hyvin ilmi se, että viisteplasmasijoittelu on hyvin monivaiheinen prosessi ja vaatii käytännössä edestakaista liikehdintää eri ohjelmien välillä. Sen lisäksi, että tämä hidastaa ja hankaloittaa työskentelyä, se vaatii myös huomattavasti enemmän moni -osaamista henkilökunnalta, poiketen normaalista työskentelyrutiinista.



Kuva 5.5. Vuokaavio, viisteplasma -koneen sijoittelu

Kuvassa 5.6 on esitetty Seinäjoen ja Raahen esikäsittelytoimintojen tuotantoteknisen suunnittelun yhteisen reklamaatiotaajuuden kehitys kolmen edellisen vuoden ajalta. Reklamaatiotaajuus on esitetty PPM -lukuna, joka tässä yhteydessä tarkoittaa syntynyttä reklamaatiota miljoona tehtyä riviä kohden. PPM tulee sanoista parts per million.

Paikkakuntaakohtaisesti reklamaatiotaajuudessa on ollut vaihtelua vuositason suuntaan ja toiseen. Kokonaisuudessa trendi on kuitenkin ollut laskeva eli oikeanlainen. Huomattavaa on, että Raahen yksikön reklamaatiotaajuus on näinä vuosina 2009, 2010 ja 2011 ollut selkeästi Seinäjoen yksikön tuotantoteknisen suunnittelun reklamaatiotaajuutta pienempi.



Kuva 5.6. Reklamaatiotaajuuden kehitys vuosina 2009-2011

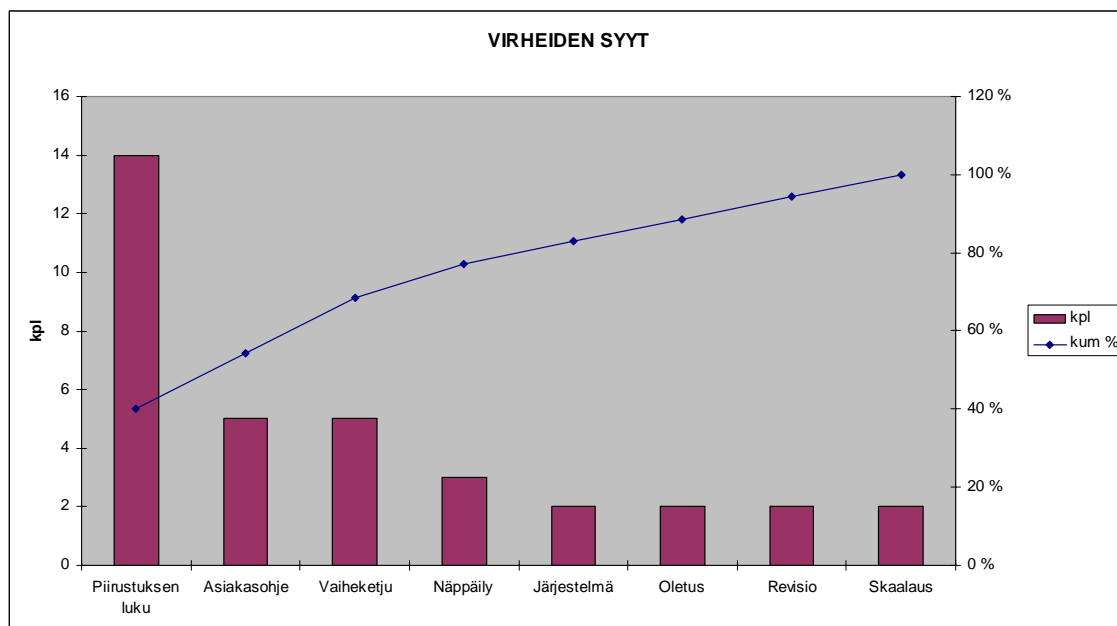
Vuonna 2011 koko tuotantotekniselle suunnittelulle, Seinäjoelle ja Raahelle yhteensä, kohdistui kokonaisuudessaan 35 asiakasreklamaatiota. Kaikki reklamaatiot johtuivat siitä, että asiakkaalle toimitetut tuotteet eivät vastanneet niille asetettuja vaatimuksia. Tähän on ollut monia erilaisia syitä.

Tässä työssä vuoden 2011 reklamaatioita on analysoitu jakamalla ne ensin eri luokkiin sen mukaisesti mistä syytä virhe on aiheutunut. Reklamaatiot jaettiin kahdeksaan eri kategoriaan.:

- piirustuksen lukuvirhe
- asiakasohjeen noudattamatta jättäminen
- väärä vaiheketju
- näppäilyvirhe
- järjestelmän toiminnasta johtuva virhe
- tehty oletuksia ilman varmaa tietoa
- väärä revisio
- kuvan skaalausvirhe

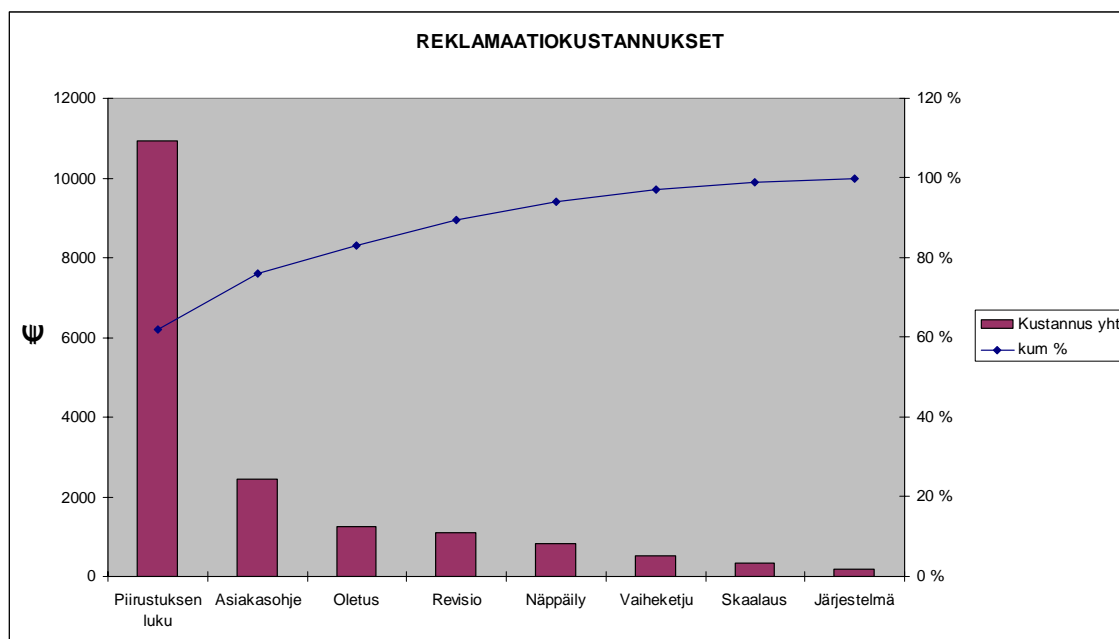
Reklamaatioiden aiheuttajia analysoitiin eri luokkiin jakamisen jälkeen käyttämällä pareto -analyysiä. Kuvassa 5.7 on esitetty pareto -kuvaaja reklamaatioista niiden aiheuttajien mukaan. Kuten kuvaajasta näkyy, merkittävin osa virheistä on aiheutunut piirus-

tuksen luku virheistä. 40 % kaikista virheistä, jotka ovat johtaneet asiakasreklamaatioon, ovat johtuneet siitä, että geometrian piirroksessa on tapahtunut piirustuksen lukuvirhe. Toiseksi suurin virheiden aiheuttaja on ollut asiakasohjeiden huomioimatta jättäminen. Käytännössä tämä tarkoittaa, että asiakkaan tilauksen yhteydessä antamia erityisohjeita ei ole huomioitu itse tuotantoteknisessä suunnittelussa tai tuotantotekninen suunnittelu ei ole ohjeistanut tuotantoa niiden mukaisesti.



Kuva 5.7. Asiakasreklamaatioihin johtaneet virheiden aiheuttajat vuonna 2011

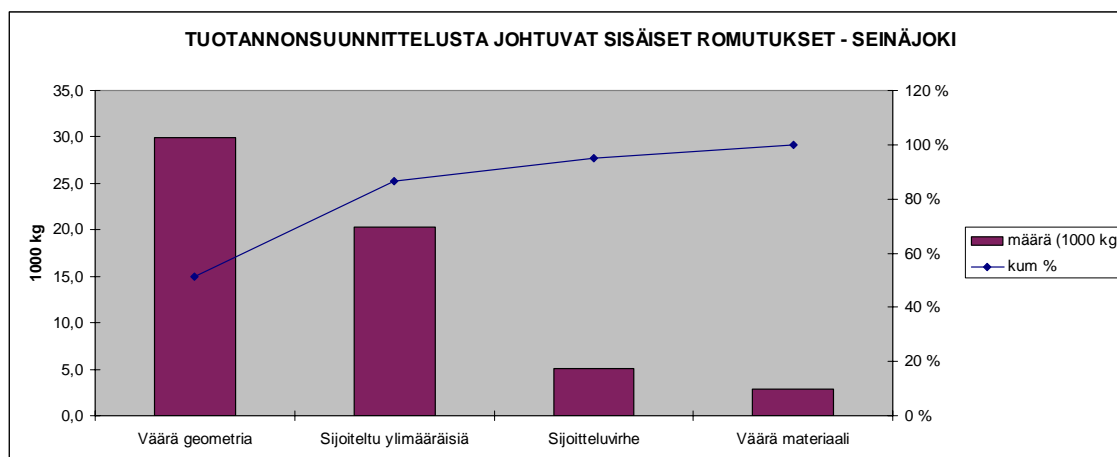
Työssä vertailtiin asiakasreklamaatioihin johtaneita virheiden aiheuttajia myös kustannusvaikutuksen mukaan. Virheet jaettiin edellä mainitun jaottelun mukaisesti samoihin luokkiin virheen aiheuttajan mukaan. Kuvassa 5.8 on esitetty pareto -analyysin avulla reklamaatiokustannukset. Kahden suurimman vaikuttavan syyn kohdalla ei ole muu-
tosta suhteessa reklamaatiomäärään eli piirustuksen luku- sekä tulkintavirhe ja asiakasohjeen noudattamatta jättäminen ovat tekijöitä, joista koituu eniten laatukustannuksia. Yhteensä nämä kaksi tekijää aiheuttavat lähes 80 % kaikista reklamaatiokustannuksista ja merkittävin osa näiden kahden tekijän aiheuttamista virheistä johtuu nimenomaan piirustuksen lukuvirheestä.



Kuva 5.8. Asiakasreklamaatioihin johtaneet virheiden aiheuttajien kustannusvaikutukset vuonna 2011

Yksi merkittävä hukka esikäsittelytoiminnassa on sisäiset romutukset. Sisäiset romutukset johtuvat tuotannossa tehtävistä kappaleiden hylkäyksistä sen takia, että kappale ei syystä tai toisesta vastaa sille asetettuja vaatimuksia. Syitä, jotka johtavat kappaleiden hylkäämiseen voi olla useita erilaisia. Syy voi olla tuotantoteknisestä suunnittelusta johtuva, esimerkiksi väärä geometria tai sijoitteluvirhe. Hylkäämisen syy voi olla myös se, että nestäaja on sijoitellut ylimääräisiä kappaleita. Syy kappaleen hylkäämisen voi olla myös esimerkiksi tuotannosta johtuva. Tällaisia syitä ovat esimerkiksi särmäysvirhe, leikkauksen yhteydessä syntynyt polttohaava tai jokin muu syy, joka on aiheuttanut tuotteen virheellisyyden.

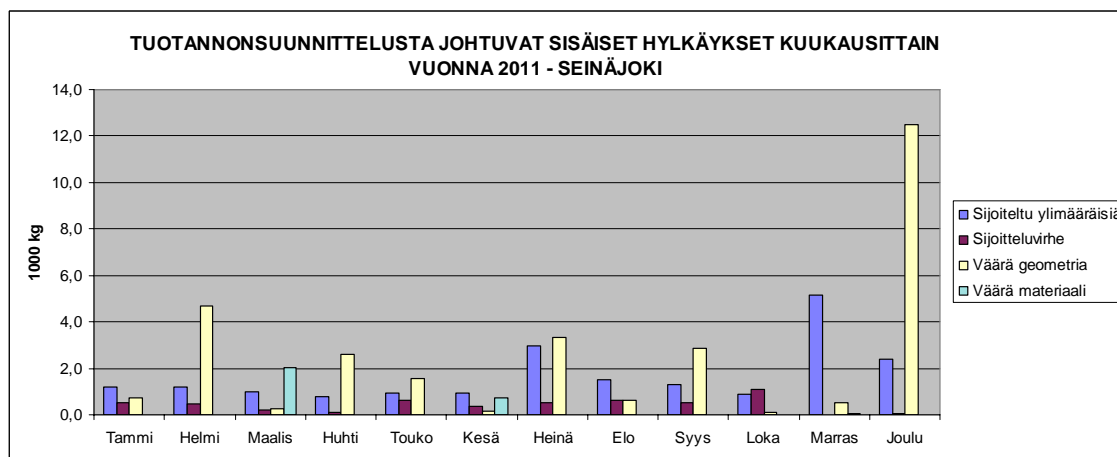
Kuvassa 5.9 on esitetty sisäisten romutuksien määrät tuhansina kilogrammoina Seinäjoella pareto -analyysillä. Kuvaajassa on esitetty vain ne sisäiset romutukset, jotka johtuvat tuotannonsuunnitteluosaston tuotantoteknisestä suunnittelusta eli geometrian piirrosta tai sijoittelusta.



Kuva 5.9. Geometrian piirrosta ja sijoittelusta johtuvat sisäiset hylkäykset Seinäjoella vuonna 2011

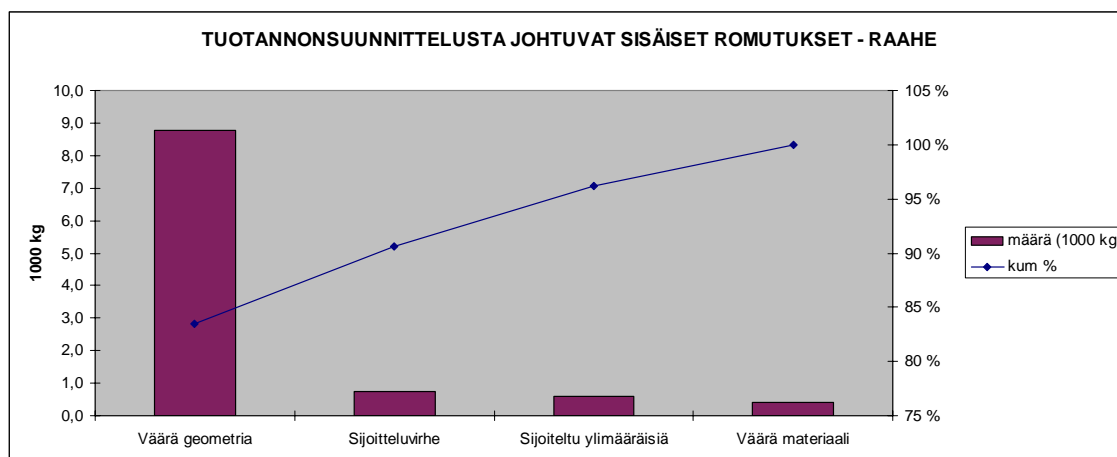
Vaikka kuvan 5.9 pareto -analyysistä voidaan päätellä, että väärä geometria on merkittävin sisäisiä romutuksia aiheuttava tekijä, niin se ei kuitenkaan ole sitä siinä mielessä, että se systemaattisesti aiheuttaisi hylkäyksiä omassa tuotannossa. On tärkeää analysoida hylkäyksiin johtaneita syitä myös tarkemmalla tasolla, että voidaan nähdä virheiden systemaattisuus ja se, ovatko ne olleet satunnaisia suuriaromutuksien aiheuttajia.

Kuten alla olevasta kuvasta 5.10 voidaan todeta, eivät väärästä geometriasta johtuneet hylkäykset ole joka kuukausi merkittävä hylkäyksiä aiheuttava tekijä, vaan syy painottuu muutamalle kuukaudelle. Erityisesti joulukuussa 2011 on sattunut yksi hyvin merkittävä virhe, joka on johtanut väärään leikkausgeometriaan ja sitä myöden sisäiseen hylkäykseen.



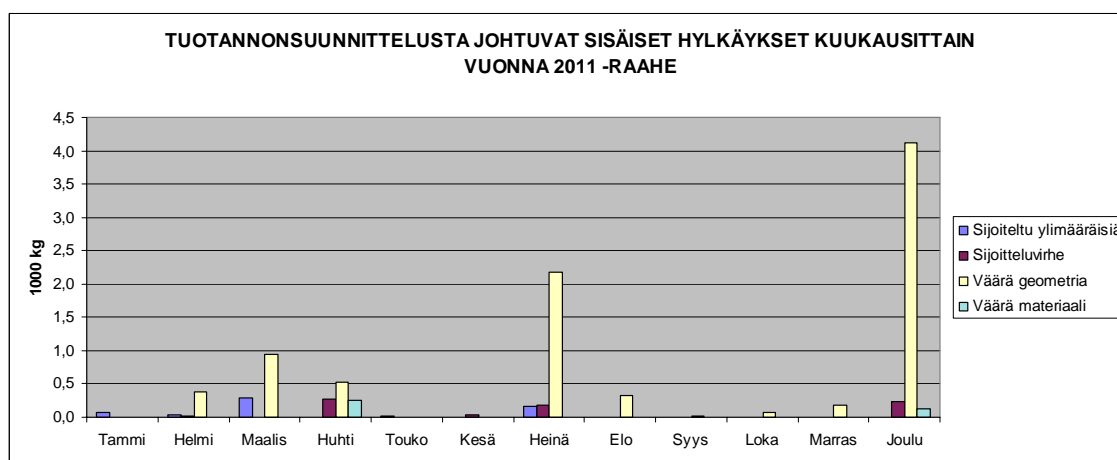
Kuva 5.10. Geometrian piirrosta ja sijoittelusta johtuvat sisäiset hylkäykset kuukausittain Seinäjoella vuonna 2011

Kuvassa 5.11 on esitetty sisäisten romutuksien määrät tuhansina kilogrammoina Raahessa pareto -analyysillä. Kuvaajassa on esitetty vain ne sisäiset romutukset, jotka johtuvat tuotannonsuunnitteluosaston tuotantoteknisestä suunnittelusta eli geometrian piirrosta tai sijoittelusta.



Kuva 5.11. Geometrian piirrosta ja sijoittelusta johtuvat sisäiset hylkäykset Raahessa vuonna 2011

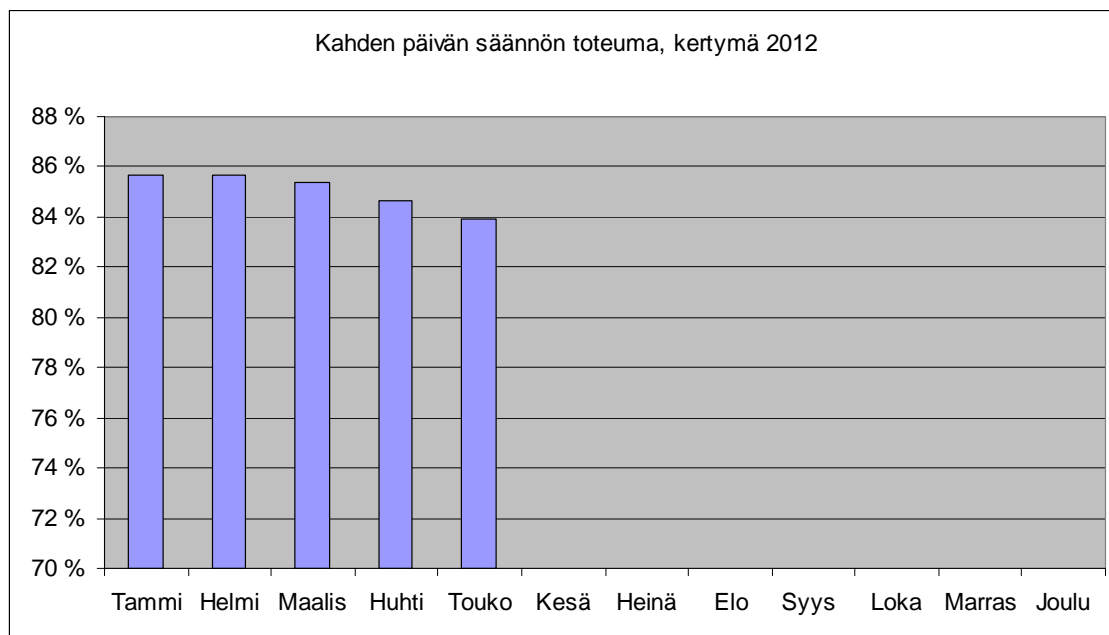
Raahen tuotantoteknisen suunnittelun virheet, jotka ovat johtaneet sisäiseen romutukseen, aiheutuivat hyvin pitkälti samoista syistä kuin Seinäjoellakin. Raahessa kokonaisuutena, samoin kuin Seinäjoellakin, suurin virheellisiin tuotteisiin johtanut tekijä on ollut väärä geometria. Kuitenkin aivan samoin kuin Seinäjoella, myös Raahessa väärä geometria virheenä ei ole systemaattinen vaan suuri kokonaismäärä syntyy muutamista suurista piikeistä. Tuotantoteknisestä suunnittelusta johtuvat sisäiset hylkäykset kuukausittain Raahessa vuonna 2011 on esitetty kuvassa 5.12.



Kuva 5.12. Geometrian piirrosta ja sijoittelusta johtuvat sisäiset hylkäykset kuukausittain Raahessa vuonna 2011

Ruukki Metals Oy:n Teräksen esikäsittely -toiminnon tuotantoteknisen suunnittelun geometrian piirron toimitusvarmuutta on mitattu vuodesta 2010 lähtien niin sanotun kahden päivän säännön -menetelmällä. Työjono on priorisoitu siten, että etusija on ollut tilausjärjestyksellä. Toisin sanoen tilaus, joka on tullut ensimmäisenä, myös tehdään ensimmäisenä pois. Priorisointi sääntönä on ollut siis FIFO -periaate. Tavoitteena on ollut saada vapautettu tilaus geometrian piirrosta sijoitteluun kahden päivän kuluessa siitä, kun tuotantotilaus on siirtynyt geometrian piirron työjonoon.

Kuvan 5.13 kuvaajassa on esitetty kahden päivän säännön kertymän toteuma vuoden 2012 alkupuoliskolta. Vuonna 2011 87,6 % kaikista tilauksista saatiin vapautettu kahden päivän sisällä siitä, kun tuotantotilaus on siirtynyt geometrian piirron työjonoon.

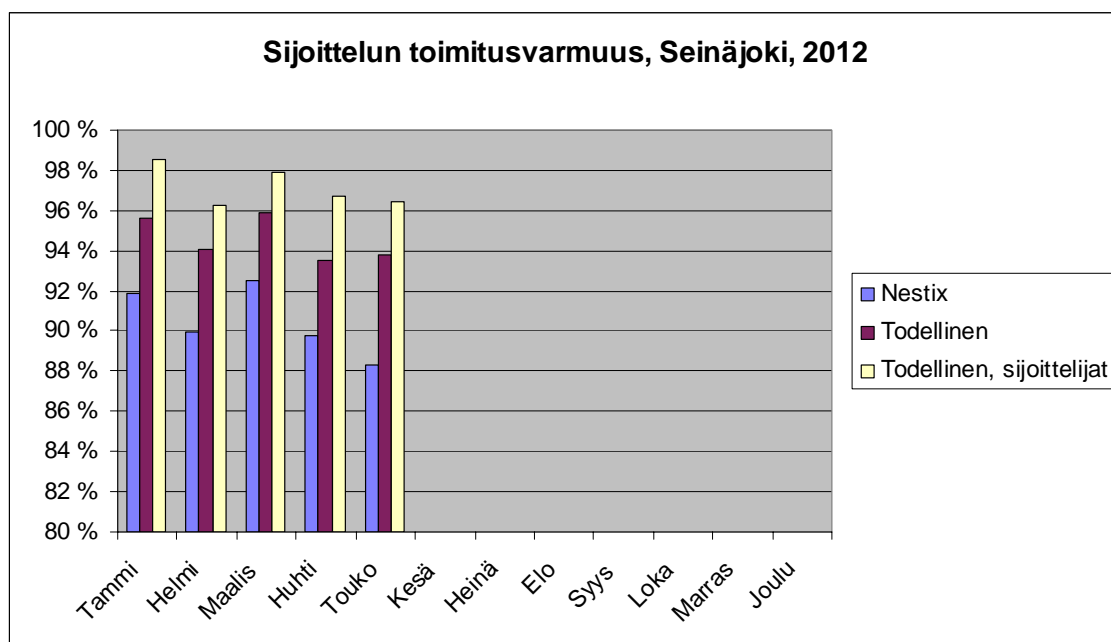


Kuva 5.13. Kahden päivän säännön toteuma, Seinäjoki ja Raahen yhteensä

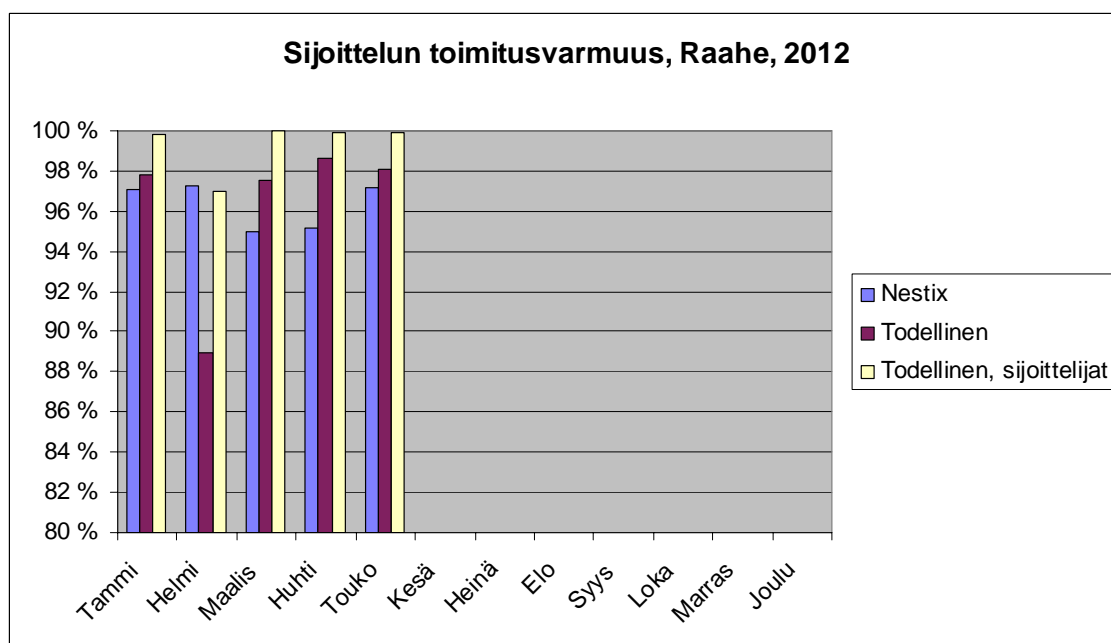
Sijoittelun toimitusvarmuutta on seurattu kolmella eri tavalla. Yhteistä kaikille on se, että tarvepäivä muodostuu Nestix -ohjelmiston laskeman tarvepäivän mukaan. Taus-talla siinä on se, että SAP -toiminnanohjausjärjestelmä antaa tilaukselle tarvepäivän, johon se on vahvistettu asiakkaalle. Tästä päivästä SAP laskee tilaukselle tarvepäivän, jolloin sen on oltava valmis keritäkseen vahvistettuun päivään mennessä asiakkaalle, käytännössä tilaukselle siis varataan osien keräykseen ja kuljetukseen tarvittava aika. Tämä tarvepäivä siirtyy Nestix -järjestelmään. Nestix laskee tästä päivästä taaksepäin huomioiden jokaisen työvaiheen tarvitseman läpäisyajan ja näin jokaiselle työvaiheel-le muodostuu suunniteltu aloitus - ja lopetuspäivämäärä Nestix -järjestelmään. Näin tapahtuu myös sijoittelutyövaiheelle. Toimitusvarmuus mitataan tämän suunnitellun lopetuspäivämäärän mukaan.

Kuten edelle on mainittu, toimitusvarmuutta on seurattu kolmella eri tavalla. En-simmäinen toimitusvarmuus on Nestix -järjestelmän tietokannasta ajettava raportti, joka antaa toimitusvarmuuden halutulle työvaiheelle. Tämä toimitusvarmuus ei ota huomi-oon erinäisiä, toimitusvarmuuteen alentavasti vaikuttavia, tekijöitä. Toinen seurattava toimitusvarmuuslukema on kahden erillisen tiedon yhdistävä lukema. Tässä lukemassa otetaan huomioon sijoittelijoiden tekemät kirjaukset, jotta Nestix -kannasta suoraan otettava lukema saadaan korjattua todenmukaiseksi. Kolmas lukema ottaa huomioon sijoittelijoiden tekemät korjauskirjaukset ja huomioi myös sellaiset myöhästymiseen johtaneet syyt, jotka eivät johdu sijoittelijoista. Tällaisia ovat esimerkiksi luotto -blockissa olevat tilaukset, materiaalipuutteissa olevat tilaukset tai esimerkiksi hylätyt kappaleet, jotka joudutaan esimerkiksi tuotannonvirheen takia sijoittelemaan uudelleen.

Näin ollen nämä kolme toimitusvarmuus lukua ovat Nestix:n toimitusvarmuus, todellinen toimitusvarmuus ja todellinen toimitusvarmuus johon sijoittelijat ovat pystyneet vaikuttamaan. Kaikki sijoittelun toimitusvarmuudet Seinäjoen osalta ovat esitetty kuvassa 5.14 ja Raahen osalta kuvassa 5.15.



Kuva 5.14. Sijoittelun toimitusvarmuus Seinäjoella vuonna 2012



Kuva 5.15. Sijoittelun toimitusvarmuus Raahessa vuonna 2012

Tämän työn edetessä järjestettiin useita palaverieita, joissa toiminnoittain yhdessä mietittiin epäkohtia, joita kehittämällä toimintaa saataisiin merkittävästi tehostettu ja työskentelyä helpotettua. Ryhmät koottiin niin, että geometria - ja sijoittelutoiminnoista muodostui omat ryhmänsä. Molemmissa ryhmissä käytettiin aivoriihitoimintaa ja kaikki

esiin tulleet kehitysideat ja epäkohdat kirjattiin. Taulukossa 5.1 on esitetty kootusti ryhmien kokoontumisissa kirjatut epäkohdat ja niihin esitetyt korjaustoimenpiteet.

Taulukko 5.1. Ryhmätyöskentelynä kerätyt ongelmakohdat

Ongelma	Kehitysidea
Oikean tiedon hidas havaitseminen Nestixissä	Nestix Order Inputin sekä Nestix Cutting -sovellusten sarakkeiden järjestyksen muuttaminen
Tilauksiin liittyviä kuvia joudutaan etsimään jatkuvasti	Nestix Salesiin toiminto, jolla tilaustasolle saa laitettua liitteeksi kaiken tilaukseen liittyvän materiaalin
Jokaiselle tilaukselle joutuu tekemään uuden Nestixi -mittapöytäkirjan, vaikka kyseiselle osalle se olisi se tehty jo jollain muulla tilauksella	Nestix mittapöytäkirjan muuttaminen piirustusnumerokohtaiseksi
Geometrioita ei saa etsittyä järjestelmästä asiakkaan mukaan	Asiakkaan nimen tallentuminen geometrialle
Sijoittelussa ei aina tiedetä, että onko määrittäjätilattu jo aikaisemmassa vaiheessa	Nestix -ohjelmistoon automaattinen toiminto, joka kertoo onko materiaa litiilattu ja minkä kokoisena

Ruukki Metals Oy:ssä käynnistettiin alkuvuonna 2012, samaan aikaan kuin tätä työtä on tehty, tehostamisohjelma. RM50 -nimellä toiminut tehostamisohjelmassa kaikissa Ruukki Metals Oy:n toiminnoissa mietittiin erilaisia mahdollisuuksia tehostaa toimintaa. Näin tehtiin myös esikäsittelytoiminnon tuotannonsuunnitteluosastolla. Alla olevassa taulukossa 5.2 on esitetty RM50 -ohjelmassa listatut kehittämiskohteet tuotantotekni- sen suunnittelun osalta.

Taulukko 5.2. RM50 -ohjelman kehittämiskohteet tuotantotekniseen suunnitteluun

Kohde	Lisätietoja liittyen toteutukseen
Nestixin toimintavarmuuden ja nopeuden parantaminen	Versiopäivityksien jälkeisen hitauden poistaminen Nestix -järjestelmistä sekä jatkuvien ohjelmien kaatumisen poistaminen
Tytäryhtiöiden -tilausliittymän parantaminen	Tilausten edelleen jatkuva manuaalisen käsittelyn poistaminen, noin puolet työajasta menee henkilöllä tällä hetkellä tilauksien muokkaamiseen
dstv -tiedostojen hyödyntäminen kaikissa Ruukki Constructionin tilauksissa	Geometrianmuodon piirtämiseltä säästytään, vuodessa käsitellään 30000 riviä, säästö dstv -tiedoston avulla noin yksi minuutti yhtä riviä kohden
Ylimääräisten kappaleiden sijoittamisen poistaminen	Ylimääräisiä kappaleita sijoitellaan vain todelliseen tarpeeseen
Uusi viisteplasmapostprosessori	Vältytään hitaalta OmniBevel käytöltä, aikasäästö 2 tuntia päivässä edellyttäen, että Cuttingissa samat ominaisuudet kuin Omni-bevelissä. Lisäksi muita säästöjä esimerkiksi pikku kappaleita pystyttäisiin ketjuttamaan. Tämä parantaa suuttimen kestoa ja paloai- kasuhdetta. Suurimmat säästöt tulisivat levynkäytössä, kun sijoittelija näkisi helposti kuinka kappaleet mahtuvat levyille viisteineen.
Toistuvien tilauksien oikeellisuus niin, että ohjeistukset, materiaalit ja työvaiheet sekä revisiot ovat ajan tasalla.	Nyt esimerkiksi ohjeistuksia on monen vuoden takaa ja niitä joutuu jatkuvasti muuttamaan Nestixiin huolimatta siitä, että SAP:iin pyydetty vaihtamaan. Lisäksi revisioiden muuttaminen työllistää turhaa
Sales -makroiin automaattisesti vapautettu valinta	Poistaa selvissä tapauksessa suunnittelussa tarpeen tarkistaa polttogeometriaa.
Levyjen katkaisu plasmalla laser -leikkauskoneille	Mahdollisimman paljon käytetään 1500x3000 kokoa
Luottotarkistukseen jäänyt tilaus ei saa siirtyä Nestixiin	Sekoittaa suunnittelun työjonoa ja hommia voidaan tehdä väärässä järjestyksessä sekä aiheuttaa turhaa selvittelyä.

Tässä työssä tutkittiin myös Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittely -toiminnon tilauskannan muodostumista ja sitä kokonaisuutta mistä tilausmassa muodostuu. Työn aikana todettiin, että järjestelmistä ei suoraan saa tietoa rivimääristä eikä kappalemääristä. Näin ollen myös tieto esimerkiksi keskimääräisistä kappalepainoista ei ollut saatavilla suoraan mistään järjestelmästä. Tilauksen muodostuminen haluttiin kuitenkin tutkia, että saadaan käsitys millaista tuotanto on ja millaisesta määrästä on kysymys.

Työssä kerättiin tietoa Nestix -järjestelmän tietoakannasta ja analysoitiin sitä. Taulukossa 5.3 on esitetty vuoden 2011 toteuman perusteella vuosineljänneksittäin paikkakunta-kohtaisesti toteutuneet rivi-, kappale- ja kilomäärät. Taulukossa olevat luvut eivät ole paikkakunnilta toimitettuja kokonaismääriä vaan ne ovat Nestix -järjestelmässä käsitel-

tyjä määriä. Toisin sanoa taulukossa on esitetty kaikki ne tilaukset, jotka ovat vaatineet jotain esikäsittelyä eivätkä ole esimerkiksi pelkästään levytoimituksia.

Taulukko 5.3. Tuotantoinformaatio kvartaaleittain vuodelta 2011

	Q1	Q2	Q3	Q4	YHT	Keskimääräinen kg/kpl
Rivimäärä (kpl)						
Kiilu	9256	10119	9556	8301	37232	
Seinäjäjoki	23507	23938	21415	23008	91868	
Yhteensä	32763	34057	30971	31309	129100	

Kappalemäärä (kpl)						
Kiilu	39665	39420	42619	39265	160969	
Seinäjäjoki	248819	262982	234175	256410	1002386	
Yhteensä	288484	302402	276794	295675	1163355	

Tuotantomäärä (1000 kg)						
Kiilu	4389	4176	5422	3804	17793	110,54
Seinäjäjoki	5841	5768	6229	5643	23482	23,43
Yhteensä	10231	9944	11652	9448	41276	35,48

5.3 Analyysi tuloksista

Tutkimustulokset toimivat kattavana selvityksenä Ruukki Metals Oy:n esikäsittely -toiminnan tuotantoteknisen suunnittelun nykytilanteesta. Tutkimustuloksista selviää tuotannonsuunnittelu -osaston tuotantoteknisen suunnittelun nykytila ja tärkeimmät kohteet, joiden kehittämiseen kannattaa kiinnittää huomiota.

Läpäisyajojen tutkimisen tulosten perusteella selviää selkeästi, että keskimäärin kokonaisläpäisy aika tilauksille on hyvin pitkä. Kuitenkin on huomioitava, että asiakkaita on kahden tyyppisiä: toiset tekevät projekteja ja toiset vakiotuotteita. Näiden kahden asiakastyypin tilauskäyttäytyminen eroaa toisistaan siten, että projektiasiakkaat tilaavat lähes aina kiireellä ja lyhyellä toimitusajalla, kun taas vakiotuotasiakkaat tilaavat säännöllisemmin ja pidemmällä toimitusajalla. Asiakkaiden erilainen käyttäytyminen näkyy tietenkin myös tilauksen läpäisyajoissa. Tämä johtuu siitä, että tällä hetkellä tuotantoketjua ohjataan esikäsittelytoiminnassa siten, että pitkän toimitusajan tilaukset makaavat

sijoittelun työjonossa niin kauan kuin mahdollista ja ne sijoitellaan vasta viime hetkellä ennen leikkausta. Tällä pyritään siihen, että sijoitteluun saadaan mahdollisimman paljon tilausrakennusta ja siten parempia sijoitteluja ja parempaa tuotosta materiaalin käytölle. Tämä seikka aiheuttaa tietenkin sen, että läpäisy aika -mittareissa tuotantoteknisen suunnittelun läpäisy aika vaikuttaa huomattavan suurelta suhteessa tuotannon läpäisy aikaan. Se ei kuitenkaan ole ongelma, koska asiakkaitten antama pitkä toimitusaika näkyy suoraan tuotantoteknisen suunnittelun pitkänä läpäisy aikana, mikä on tällä hetkellä tarkoituksen mukaista.

Tuotantoteknisen suunnittelun geometrian piirron vuokaaviosta käy ilmi, että prosessissa on useita arvoja tuottamattomia vaiheita. Yksikään asiakas ei ole valmis maksamaan mistään sellaisesta, josta ei saa hyötyä. Moni tuotantoteknisen suunnittelun prosessivaiheista on luonteeltaan sellaisia, että se tehdään vain edellisen vaiheen työn tuloksen tarkistamiseen. Tällaisia ovat esimerkiksi tilaustietojen oikeellisuuden tarkistaminen, piirustusten revisioiden tarkistaminen ja esimerkiksi materiaalitietojen tarkistaminen.

Viisteplasmasijoittelun vuokaaviosta on selkeästi havaittavissa epäkohta, joka johtuu kahden eri ohjelman käytöstä. Sijoittelija joutuu hyppimään kahden eri ohjelman välillä kesken työskentelyn ja pahimmassa tapauksessa toistaa tätä useita kertoja saman sijoittelun yhteydessä. Kahden ohjelman käyttö hidastaa sijoitteluprosessia ja vie näin ollen tehokkuutta pois ja vähentää resursseja koko osastolta.

Tuotantoteknisen suunnittelun virheistä johtuvat asiakasreklamaatiot ovat hukkaa ja turhaa resurssien kuluttamista. Se on arvoa tuottamatonta toimintaa, josta syntyy vain kustannuksia. Reklamaatiotaajuuden kehitys on ollut viimevuodet oikean suuntaista. Vuonna 2011 PPM -luku on ollut koko tuotannonsuunnittelu -osastolla, Seinäjoki ja Raahe yhteensä, 274. Kokonaisuudessaan se on hyvällä tasolla, eli reklamaatioita tulee suhteessa suureen käsiteltävään rivimäärään melko vähän. Kuitenkin on selvää, että koko ajan on haettava jatkuvaa parannusta. Näin ollen laaduntuottokykyynkin on etsittävä parannuskeinoja ja reklamaatiotaajuutta on saatava entistä paremmalle tasolle. Pitkällä aikavälillä tuotantoteknisen suunnittelun reklamaatiotaajuus on pysynyt hyvin pitkälle samalla tasolla. Virheistä ei ole päästy kokonaan eroon, mikä johtuu siitä, että työn luonteen takia virheitä on hyvin vaikea saada kiinni ennen kuin tuotteet ovat jo valmistettu. Esimerkiksi leikkausgeometriaan tulleita virheitä on hyvin vaikea, ellei mahdotonta havaita, ellei tarkkoja tarkastuksia tehdä monessa vaiheessa. Tuotantotekninen suunnittelu on yksittäisenä vaiheena ollut yleisesti vuodesta toiseen määrällisesti eniten reklamaatiokirjauksia aiheuttanut työvaihe esikäsittelytoiminnassa.

Reklamaatioiden aiheuttajista tehty pareto -analyysi osoittaa yksiselitteisesti, että kappalemäärällisesti suurin yksittäinen virheiden aiheuttaja on piirustuksen lukuvirhe. Tutkimuksessa kävi ilmi, että poikkeamat johtuvat hyvin usein huolimattomuusvirheistä tai toisin sanoen ollaan tulkittu asiakkaan piirustusta väärin. Tähän johtaneista syistä yhtenä merkittävänä yksittäisenä tekijänä esille nousi asiakkaan huonot piirustukset. Vielä nykyäänkin, vaikka eletään jo aikakautta jolloin lähes kaikkialla on käytössä cad -ohjelmistot, tulee tilauksien yhteydessä asiakkailta piirustuksia, jotka ovat piirretty pa-

perille käsin. Hyvin merkittävä osa piirustuksen luku virheistä johtuu loppujen lopuksi asiakkaan huonolaatuisista piirustuksista, joko käsin piirretyistä tai piirustuksista, jotka on kopioitu ja tulostettu useita kertoja ja näin ollen niiden laatu on merkittävästi huonontunut. Näistä syistä johtuneet reklamaatiot ovatkin hyvin kyseenalaisia reklamaatioita, mutta toisaalta tuotantoteknisen suunnittelun pitäisi itsessään puuttua huonolaatuisiin piirustuksiin jo siinä vaiheessa, kun geometrian piirto on meneillään. Yhtään asiaa, joka vaikuttaa geometrian piirron lopputulokseen, ei saisi jättää olettamuksien varaan. Piirustuksen lukuvirheet ovat myös merkittävien yksittäisten virheiden aiheuttajia, mikäli aiheuttajia verrataan kustannusvaikutteisesti. Tämä käy ilmi kuvan 5.8 pareto -analyysissä.

Kuten aikaisemmin todettiin, tuhlaus on terminä koko Lean -filosofian perusta. Tuhlauksen määritelmänä on monia hukan eri muotoja. Yksi näistä tuhkauksen muodoista on hävikki. Merkittävä hävikki, jota syntyy Ruukki Metals Oy:n esikäsittely -toiminnossa etenkin Seinäjoen yksikössä, on sisäiset romutukset. Tässä työssä analysoitiin erityisesti tuotantoteknisestä suunnittelusta johtuvia sisäisiä romutuksia. Muista osastoista ja tekijöistä johtuvat romutukset jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle.

Tutkimustuloksissa todettiin, että pareto -analyysi osoittaa kokonaisuudessa suurimmaksi yksittäiseksi syyksi kappaleen väärän leikkausgeometrian verrattuna asiakkaan piirustukseen. Väärään geometriaan johtaneita syitä on monenlaisia. Hyvin usein ne ovat piirustuksen lukuvirheitä, eli näissä virheeseen johtanut syy on hyvin usein sama kuin asiakasreklamaatioonkin johtaneissa tapauksissa. Kuitenkin, kun analysoidaan sisäisiä romutuksia vuodelta 2011 kuukausitasolla, voidaan havaita, että itse asiassa väärästä geometriasta johtuneet sisäiset romutukset ovat olleet satunnaisia. Väärästä geometriasta johtuneita sisäisiä romutuksia on todellisuudessa ollut muutamia yksittäisiä mutta niiden määrät tonnillisesti ovat olleet niin merkittäviä, että ne ovat nostaneet kokonaismäärän vuositason tälle syyille korkealle tasolle. Tästä johtuen väärästä geometriasta johtuvat sisäiset romutukset ovat syytä jättää huomioimatta, kun etsitään systemaattista sisäisten romutuksien aiheuttajaa. Väärän geometrian aiheuttajat on sinällään tärkeä eliminoida, koska ne aiheuttavat myös asiakasreklamaatioita mutta tässä yhteydessä on tärkeämpää keskittyä systemaattisiin virheisiin ennemmin kuin satunnaisiin virheisiin. Kuvan 5.9 esittämässä pareto -analyysissä toiseksi suurimmaksi sisäisten romutuksien aiheuttajaksi osoittautuu ylimääräisten kappaleiden sijoittelu. Tämä johtuu siitä, että tietyissä tilanteissa tuotantoteknisessä suunnittelussa, eli tässä tapauksessa sijoittelussa, katsotaan hyväksi sijoitella levyille muutama kappale ylimääräisiä osia siltä varalta että ne menevät syystä tai toisesta romuksi jostain tuotannon virheestä johtuen. Tämä on siis ennakoivaa toimintaa, jolla pyritään varmistamaan tuotannon aikataulussa pysyminen siinäkin tapauksessa, että kappale joudutaan hylkäämään esimerkiksi epäonnistuneen särmäyksen tai leikkauksen vuoksi. Hyvin monessa tilanteessa tällainen ennakointi on kuitenkin turhaa ja tällöin hylkäykset eli romutukset joudutaankin tekemään juuri niille ylimääräisille kappaleille, koska niille ei ole ollut käyttöä ja asiakas ei ole valmis maksamaan kuin vain tilaamastaan määrästä.

Toimitusvarmuus on tärkeä mittari koko toiminnan tehokkuuden mittaamisessa. Toimitusvarmuus on tärkeä tekijä, kun asiakas arvioi toimittajan kyvykkyyttä ja mah-

dollisuuksia vastata asiakkaan tarpeisiin. Siksi toimitusvarmuuden on oltava kunnossa niin kokonaisuudessaan koko tilaus-toimitus -ketjulla kuin myös sen yksittäisillä toiminnoilla. Ruukki Metals Oy:n esikäsittely -toiminnon toimitusvarmuutta seurataan kokonaisuudessaan sekä myös toiminnoittain. Toiminnoittain toimitusvarmuutta mitataan ja seurataan työnvaihetasolla ja onkin tärkeää, että jokainen yksittäinen työnvaihe hoitaa tehtävänsä ajallaan seuraavalle. Vain tällä tavoin koko ketjun kokonaistoimitusvarmuus saadaan tyydyttävälle tasolle.

Ruukki Metals Oy:n esikäsittely -toiminnon tuotantoteknisen suunnittelun molempien työnvaiheiden, geometrian piirron ja sijoittelun, toimitusvarmuutta mitataan ja seurataan. Geometrianpiirron toimitusvarmuutta mitataan niin sanotun kahdenpäivän sääntön toteutumisella. Tällä tarkoitetaan sitä, että tilaus pitää olla valmistunut geometrianpiirron ja työvaiheistuksen osalta ja oltava sijoiteltavissa kahden päivän sisällä siitä, kun tilaus on siirtynyt geometrianpiirron työjonoon. Tämä seurantatapa aiheuttaa sen, että jos tehdään töitä vain siinä järjestyksessä kuin kahden päivän sääntö edellyttää, tehdään töitä väistämättä väärässä järjestyksessä. Käytännössä tilauksille tehdään tietynlaista manuaalista seurantaa ja priorisointia henkilötasolla, jolloin kahden päivän sääntöä ei voida täysin noudattaa. Käytäntö on osoittanut, että esimerkiksi tilaus, jolla on pitkä toimitusaika, ja joka on tullut edellisenä päivänä, on tehtävä vasta tilauksen jälkeen, joka on tullut tänään ja jolla on nopea toimitusaika. Näin ollen FIFO -sääntöön perustuva kahden päivän -sääntöä ei voida aina jokaisessa tilanteessa noudattaa.

Sijoittelun toimitusvarmuutta seurataan vertaamalla Nestix -järjestelmän laskemaa suunniteltua lopetuspäivää toteutuneeseen lopetukseen. Käytännössä suunnitellussa lopetuspäivässä on otettu huomioon pyydetty valmistumispäivä ja jäljellä olevat työvaiheet tuotannossa. Sijoittelun toimitusvarmuus on kokonaisuudessaan hyvällä tasolla niin Seinäjoella kuin Raahessakin. Syyt, jotka laskevat sijoittelun todellista toimitusvarmuutta, eivät johdu itse sijoittelijoista vaan muista tekijöistä, joihin sijoittelijat eivät voi itse vaikuttaa. Tällaisia syitä ovat esimerkiksi materiaalipuutteet ja tuotannossa hylätyt kappaleet, jotka ovat sijoitettava ja leikattava uudelleen. Kuten todettu, sijoittelun toimitusvarmuus on sillä tasolla, ettei siihen ole tässä yhteydessä tarvetta puuttua tarkemmalta tasolla.

Osasto -palaverit ja aivoriihitoiminta on tämän työn aikana osoittaneet, että Ruukki Metals Oy:n esikäsittely -toiminnon tuotantoteknisen suunnittelun toiminnassa on lukuisia, niin sanotusti pieniä asioita, joita kehittämällä toiminnon kokonaistehokkuutta saadaan parannettua. Suunnittelijoiden, sekä geometrian piirtäjien että sijoittelijoiden, kanssa käydyt keskustelut osoittivat, että parannettavaa löytyy sekä käytettävistä ohjelmistoista että toimintatavoista. Monet ohjelmistoihin liittyvistä ongelmista ovat luonteeltaan sellaisia, että ne ovat vuosien saatossa muodostuneet toimintamalliksi vaikka todellisuudessa ohjelmat ovat toimineet virheellisesti tai niin, että se ei ole vastannut alkuperäistä määrittelyä. Osasto -palavereiden ja erillisten kehitys -palavereiden lisäksi Ruukki Metals Oy:ssä aloitettiin tehostamisohjelma, nimeltään RM50. Tämä tehostamisohjelma ajoittui samaan aikaan, kuin tämän tutkimustyön tekeminen. Näin ollen tuotannonsuunnittelu -osaston osuus RM50 - kehityskohteista otettiin mukaan luonnollise-

na osana tätä työtä ja sen ollessa vahvasti linkissä koko tuotannonsuunnittelu -osaston tuotantoteknisen suunnittelun toiminnan kehittämiseen. RM50 -kehittämideoiksi saatiin kerättyä monia merkittäviä toimintaa tehostavia asioita. Moni niistä liittyy ohjelmistoon ja vaatii erillisiä kehityshankkeita myös ohjelmistojen toimittajilta.

Työssä tutkittiin Ruukki Metals Oy:n Teräksen esikäsittely -toiminnon tilauskannan muodostumista tarkemmalla tasolla. Käytännössä tämä tarkoittaa historiatiedon tarkastelua ja tietokannasta saadun tiedon analysoimista. Saadut tulokset osoittavat, että tilausmassa on hyvin moninaista ja tilaukset muodostuvat hyvin pienistä kappaleista sekä pienistä rivikohtaisista kappalemääristä, kuitenkin rivimäärien ja kappalemäärien ollessa hyvin suuria. Huomioitavaa on se, että Seinäjoen ja Raahen yksiköiden tuotanto poikkeaa tässä valossa merkittävästi toisistaan. Keskimääräisen kappalepainon ollessa Seinäjoella 23,43 kg, on se Raahessa 110,54 kg. Tämä lisäksi Seinäjoella tuotettavat tuotteet ovat selkeästi pidemmälle jalostettuja verrattuna Raahen yksikössä valmistettuihin tuotteisiin. Raahessa valmistettavat tuotteet ovat hyvin usein isoja leikattuja kappaleita, kun taas Seinäjoen yksikössä valmistettavat tuotteet ovat hyvin usein pieniä leikattuja, viistettyjä, särmättyjä ja koneistettuja tuotteita, jotka saattavat sisältää myös alihankinnasta ostettavia työvaiheita.

Kokonaisuudessaan tämän työn tutkimustulokset osoittavat, että monessa asiassa on tuotantoteknisen suunnittelun osalta kehitettävää. Kehitettävää löytyy sekä itse toiminnasta että ohjelmistoista. Moni nykyinen toimintamalli on alkanut siitä, että esimerkiksi ohjelmistot eivät ole toimineet niin kuin niiden olisi määrätyksien mukaan pitänyt toimia. Tällaiset toimintamallit ovat syntyneet monia vuosia sitten ja nykyisin niiden virheellisyyttä saattaa olla jopa vaikea nähdä. Siitä huolimatta, että kehitettävää löytyy monelta eri osa-alueelta, toiminnassa on myös havaittavissa asioita, jotka ovat hyvällä mallilla. Kokonaisuudessaan esimerkiksi osaston reklamaatiotaajuus on kohtuullisella tasolla, etenkin kun ottaa huomioon työn luonteen. Työn luonne on sellaista, että tuotantoteknisessä suunnittelussa tehtäviä virheitä on erittäin vaikea havaita ja saada kiinni ennen kuin on jo myöhäistä. Tuotantoteknisen suunnittelun tekemät virheet, jotka johtavat virheelliseen kappaleeseen, tulevat esille yleensä vasta siinä vaiheessa, kun tuote on jo asiakkaalla tai omassa tuotannossa, kun tuote on jo valmistettu.

6 KEHITTÄMISKOHTEET

Tutkimustyön aikana kävi ilmi, että vaikka moni asia on hyvällä tolalla Ruukki Metals Oy:n tuotantoteknisessä suunnittelussa ja vaikka toisaalta moni asia vaatii parantamista, on silti silmiin pistävää mittareiden puutteellisuus. Olemassa olevat raportit eivät monessa tapauksessa tuota tarvittavaa dataa eivätkä etenkin vaadittavalla tarkkuudella. Tämän diplomityön tuloksena ja tutkimustyön edetessä syntyi useita erillisiä projekteja edellä mainittujen asioiden kehittämiseksi ja korjaamiseksi. Nämä projektit jatkavat omaa elämäänsä myös tämän työn valmistumisen jälkeen eikä niitä näin ollen tässä yhteydessä tarkemmin esitellä.

Tämän tutkimustyön tuloksena löytyi useita kohteita, joita parantamalla saadaan tuotantoteknistä suunnittelua kehitettyä. Diplomityössä kehityskohteet rajataan kuitenkin taulukossa 6.1 listattuihin kohtiin.

Taulukko 6.1. Tuotantoteknisen suunnittelun kehittämiskohteet

KEHITYSKOHDE	TEHTÄVÄ	HYÖTY
Sisäiset romutukset	Etsitään syyt sisäisiin romutuksiin ja poistetaan ne	Eliminoidaan hukka ja tehostetaan näin toimintaan
Akuutit ongelmat	Ratkaistaan tiimipalaverissa listatut ongelmat	Saadaan korjattu nopeasti ratkaistavat ongelmat ja tehostettua näin toimintaa
Asiakasreklamaatiot	Etsitään keinoja vähentää reklamaatioita	Laatukustannusten laskeminen
Suunnitteluresurssi	Etsitään keinoja koko suunnitteluresurssin yhtenäistämiseksi yhteisillä työtapoilla ja työohjeilla	Saadaan hyödynnettyä kahden paikkakunnan suunnittelu yhtenäisenä resurssina paikkakunnasta riippumatta, ristiin suunnittelu
Töiden aikatauluttaminen	Etsitään keinoja jakaa ylimääräistä aikaa muidenkin työvaiheiden kuin sijoittelun kesken	Pitkissä toimitusajoissa aikaa jää myös tuotantoketjun loppupäähän, toimitusvarmuus paranee
Tilauksien kuvat	Etsitään keinoja selventää kuvien löytymistä	Turhaa aikaa ei mene tuottamattomaan työhön eli kuvien etsimiseen
Viisteplasmasijoittelu	Etsitään keinoja tehostaa viisteplasmasijoittelua	Toiminta tehostuu

Tuotantoteknisen suunnittelun toiminnan kehittäminen ei kuitenkaan jää tähän vaan kehittämistyötä jatketaan diplomityön jälkeenkin ja nimenomaan ammentamalla sen tuloksia. Diplomityön aikataulun takia katsottiin, että on viisainta rajata tässä työssä kehityskohteet muutaman tärkeimpään ja jatkaa muita kehitystöitä tämän diplomityön ulkopuolella normaalien työtehtävien muodossa.

Tässä työssä tullaan selvittämään, että mistä sisäiset romutukset johtuvat ja millä keinoin niiden määrää saadaan tulevaisuudessa vähennettyä. Sisäiset romutukset ovat hukkaa ja näin ollen selkeä turha kustannustekijä. Eliminoimalla hukkaa aiheuttavat tekijät saadaan aikaan selvää säästöä.

Akuutit ongelmat, joita osaston yhteisissä palaverissa on tullut esille, tullaan selvittämään ja korjaamaan. Selkeät ohjelmisto-ongelmat viedään eteenpäin korjattavaksi ja kehityshankkeita tarvitsevat kehitysasiat viedään eteenpäin omina projekteinaan. Käyttäjien toiminnasta johtuvat ongelmat selvitetään ja luodaan tarvittavat ohjeistukset. Myös tilauksien piirustusten etsimiseen menevä turha aika kuuluu tämän kohdan ratkaistaviin ongelmiin.

Asiakasrekламаatioiden aiheuttajat kartoitetaan ja pyritään etsimään keinot niiden vähentämiseen. Tavoitteena on saada näin parannettua laatua ja vähentää asiakasrekламаatioista johtuvia laatukustannuksia.

Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittely -toiminnon yksi merkittävimmistä ongelmista on koko resurssin tasainen kuormittaminen. Suunnittelu sijaitsee kahdella paikkakunnalla ja historiasta on juontaneet tavat, että suunnittelua tehdään sinne paikkakunnalle missä istutaan. Tämä on aiheuttanut sen, että vaikka nykyajan tietotekniikka antaa mahdollisuuden tehdä suunnittelutöitä etätyönä, on tämä mahdollisuus silti hyvin pitkälle jätetty käyttämättä. Tästä johtuen tietyissä kuormitustilanteissa toisen paikkakunnan suunnittelijat ovat olleet vailla töitä ja toiset ovat olleet ylikuormassa.

Töiden oikeanlainen aikatauluttaminen on merkittävä tekijä koko toiminnan kannalta. Tämä kohta on tiettyssä mielessä tämän diplomityön rajauksen ulkopuolella ollen vahvasti vaikuttavana tekijänä tuotannossa. Mutta koska aikataulutaminen tässä yhteydessä liittyy vahvasti sijoittelu -vaiheeseen, on se syytä ottaa esille omana kehityskohtanaan

Suurimpana yksittäisenä asiana tässä kehityskohdelistauksessa on viisteplasmasijoittelu. Viisteplasma on Seinäjoen esikäsittely -toiminnon yksi uusimmista laitteista ja se on ollut tämän työn aloitushetkellä noin vuoden käytössä. Alusta asti sijoitteluja on tehty käyttäen kahta eri ohjelmistoa, mikä on tuonut myös alusta asti merkittäviä haasteita ja ehkä eniten suuren resurssivaatimuksen vuoksi. Tästä johtuen tässä työssä selvitetään kehitysmahdollisuudet tälle ongelmalle.

7 TULOKSET

Sisäisiä romutuksia syntyy monesta eri tekijästä johtuen. Kysymyksessä on kuitenkin lähes aina tilanne, jossa valmistettu tuote, oli se sitten valmis tai keskeneräinen, ei vastaa asiakkaan vaatimuksia eikä se ole korjattavissa kannattavasti. Tutkimustuloksissa todettiin, että sisäisiä romutuksia syntyy myös tuotantoteknisestä suunnittelun takia. Nämä ovat esitetty taulukossa 7.1. Merkittävimpänä yksittäisenä systemaattisena syynä näihin on ylimääräisten kappaleiden sijoittelu levyille. Tämä syy ei ole luonteeltaan sellainen, että se johtuisi kappaleen virheellisyydestä. Normaalisti ylimääräisten kappaleiden sijoitteluun levyille on kahta erilaista syytä. Ne ovat tilausmäärän varmistaminen, jos tilattavia kappaleita on todella paljon ja osat on pieniä tai jos kysymyksessä on esimerkiksi vaativa särmäys. Vaativa särmäys vaatii yleensä testisärmäyksen jolloin tietyissä tapauksissa sijoittelija sijoittelee ylimääräisiä kappaleita levyille, jotka voidaan siten käyttää testisärmäykseen.

Tutkimuksen aikana hämmennystä aiheutti eri raporttien hyvin suuret poikkeavuudet romutuksien määrässä. Taulukossa 7.1 on esitetty hylkäykset kuukausittain romutussyyn mukaan jaoteltuna. Kuten tutkimustuloksissa aikaisemmin esitettiin, merkittävien yksittäinen systemaattinen syy on ylimääräisten kappaleiden sijoittelu yli 20 000 kg vuosittaisella määrällä. Taulukon 7.1 tiedot on peräisin Nestix -tietokannasta. SAP -järjestelmästä saadut raportit antavat ylimääräisistä kappaleista johtuvien hylkäysten määräksi nelinkertaisen määrän eli noin 80 000 kg. Sijoittelijoiden haastatteluissa antamien kommenttien mukaan jopa Nestix -kannasta löytyvien virhesyiden ilmoittamat määrät tuntuvat olevan merkittävästi suuremmat kuin sijoittelijoiden omat arviot. Lisäksi raporttien merkittävä ero aiheuttaa syyn epäillä raporttien paikkansapitävyyttä.

Yllä olevat ongelmasta johtuen asiasta käynnistettiin erillinen projekti. Projektissa tutkitaan ja kirjataan kaikki todelliset sijoittelijoiden tekemät ylimääräisten kappaleiden sijoittelut. Tarkkailujakson jälkeen niitä verrataan tuotannossa kuitattujen hylkäyksien syy-koodeihin. Projektissa tullaan lisäksi erikseen luomaan ohjeistus ylimääräisten kappaleiden sijoittelusta. Ohjeistuksessa tullaan esittämään tapaukset, joissa tulee sijoitella ylimääräisiä kappaleita levyille. Diplomityön valmistumisen aikaan tämä ylimääräisten kappaleiden sijoittelun selvitykseen liittyvä projekti on ollut vielä keskeneräinen eikä näin ollen lopullisia tuloksia ole mahdollista eritellä tässä yhteydessä. Välituloksena voidaan todeta, että vastaan on tullut useita tapauksia, joissa hylkäyssyyksi on kuitattu tuotannossa ylimääräisten kappaleiden sijoittelu vaikka näin ei todellisuudessa ole ollut.

Taulukko 7.1. Sisäiset hylkäykset vuonna 2011 johtuen tuotannonsuunnittelusta

		Tammi	Helmi	Maalis	Huhti	Touko	Kesä	Heinä	Elo	Syys	Loka	Marras	Joulu	YHT
Hylkäysmäärä	Määrä, 1000kg	2,4	6,3	3,5	3,5	3,1	2,2	6,8	2,7	4,7	2,1	5,7	15,0	58,1
	Prosenttiosuus tuotannosta	0,13	0,34	0,17	0,23	0,11	0,10	0,37	0,13	0,22	0,13	0,27	0,79	
	Prosenttiosuus kaikista hylätyistä	27	50	35	43	29	23	45	21	33	16	28	56	
	Kumulatiivinen määrä, 1000kg	2,4	8,8	12,3	15,8	18,9	21,0	27,9	30,6	35,3	37,4	43,1	58,1	
	Keskiarvo, 1000 kg	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	
Hylkäysmäärä	Määrä, kpl	215	302	555	310	328	129	120	246	286	208	460	197	3 356,0
	Prosenttiosuus tuotannosta	0,27	0,37	0,59	0,38	0,25	0,16	0,19	0,30	0,32	0,28	0,44	0,26	
	Prosenttiosuus kaikista hylätyistä	49	46	62	54	49	35	34	41	50	31	51	36	
	Keskiarvo, kpl	279,7	279,7	279,7	279,7	279,7	279,7	279,7	279,7	279,7	279,7	279,7	279,7	
Hylkäysmäärä (1000 kg)	Sijoitettu ylimääräisiä	1,193	1,193	0,996	0,799	0,943	0,948	2,960	1,514	1,320	0,882	5,161	2,412	20,3
	Sijoitteluvirhe	0,522	0,466	0,202	0,094	0,600	0,356	0,530	0,603	0,543	1,095	0,025	0,060	5,1
	Väärä geometria	0,705	4,690	0,272	2,579	1,558	0,163	3,322	0,625	2,864	0,095	0,519	12,486	29,9
	Väärä materiaali			2,039			0,726					0,034		2,8
Hylkäysmäärä (kpl)	Sijoitettu ylimääräisiä	190	200	190	164	259	104	83	205	214	193	439	186	2 427,0
	Sijoitteluvirhe	7	24	23	8	25	19	23	30	16	12	5	3	195,0
	Väärä geometria	18	78	186	138	44	5	14	11	56	3	15	8	576,0
	Väärä materiaali			156			1					1		158,0
Positiomäärä (kpl)	Sijoitettu ylimääräisiä	84	95	98	69	91	50	22	71	105	89	142	86	1 002,0
	Sijoitteluvirhe	7	8	11	4	9	8	10	9	7	12	5	3	93,0
	Väärä geometria	6	35	6	12	7	2	11	5	16	3	11	6	120,0
	Väärä materiaali			7			1					1		9,0
	yht	97	138	122	85	107	61	43	85	128	104	159	95	6,0

Erinäisissä tuotantoteknisen suunnittelun sisäisissä palaverissa nousi esille monia pieniä ongelmia, jotka haittaavat ja hidastavat jokapäiväistä toimintaa. Näihin ongelmiin haettiin ratkaisuja ja korjauksia koko tämän tutkimustyön ajan. Lukemattomia yksittäisiä ongelmia ratkaistiin tämän työn aikana ja moni niistä oli sellaisia, että ne eivät korjaus- tai muutostyöltään olleet merkittäviä mutta niistä johtuen oli toimintamalli muodostunut ajan myötä virheelliseksi. Tässä työssä ei eritellä näitä asioita sen tarkemmalla tasolla kokonaisuudessaan. Taulukossa 7.2 on esitetty haastattelujen ja aivoriihitoiminnan tuloksena syntyneitä ongelmia ja niiden ratkaisuja.

Taulukko 7.2. Ryhmätyöskentelynä kerätyt ongelmat ja niiden ratkaisut.

Ongelma	Kehitysidea	Rakaisu
Oikean tiedon nopea havaitseminen Nestixissä	Nestix Order Inputin sekä Nestix Cutting sovellusten sarakkeiden järjestyksen muuttaminen	Sarakkeiden järjestäminen Nestix Oy:n toimesta halutun laiseksi
Tilauksiin liittyviä piirustuksia joudutaan etsimään jatkuvasti	Nestix Salesiin toiminto jolla tilaus-talolle saa laitettua liitteeksi kaiken tilaukseen liittyvän materiaalin	Nestix Sales -kehityshankkeisiin liitetään mukaan kehitysidean mukaisen toiminnin rakentaminen Nestix Oy:n toimesta
Jokaiselle tilaukselle joutuu tehdä uuden Nestixin mittapöytäkirjan vaikka kyseiselle osalle olisi se tehty jo jollain muulla tilauksella	Nestix mittapöytäkirjan muuttamisen piirustusnumerokohtaiseksi	Nestix -ohjelmistoon toiminto jolla voi kopioida halutut osa-alueet aikaisemmista suunnitelmista
Sijoittelussa ei aina tiedetä, että onko määrittälevy tilattu jo aikaisemmassa vaiheessa	Nestix -ohjelmistoon automaattinen toiminto, joka kertoo onko materiaa-tilattu ja minkä kokoisena	Nestix Sales -kehityshankkeisiin liitetään mukaan kehitysidean mukaisen toiminnin rakentaminen Nestix Oy:n toimesta

Ruukki Metals Oy:n esikäsittely -toiminnon tuotantotekniselle toiminnolle kirjautuu vuositasolla asiakasreklamaatiolla kohtuullinen määrä. Määrät ovat pysyneet vuositasolla lähes samalla tasolla useita vuosia eikä heiluntaa ole ollut. Tutkimustuloksissa todettiin, että yksi suurimmista virheen aiheuttajista on ollut piirustuksen lukuvirhe. Käytännössä tämä johtaa aina virheelliseen leikkausgeometriaan. Tällaista virhettä on hyvin vaikea havaita sen jälkeen, kun virhe on jo tapahtunut ja tuotantotilaus on prosessoitavana tuotannossa. Kuvatun mukaiset virheet ovat siksi hyvin vaikeita ja vakavia, koska niiden havaitseminen on hyvin haasteellista. Tämä vaatisi ennen tuotannon aloittamista ylimääräisen resurssin, joka käytännössä tarkastaisi työn ennen sen vapauttamista sijoitteluun ja tuotantoon. Ylimääräinen resurssi tarkoittaa kuitenkin myös ylimääräisiä kustannuksia ja nykyisessä tiukassa markkinatilanteessa ylimääräisistä kustannuksista pitää päästä eroon eikä aiheuttaa niitä lisää. Näin ollen ainoaksi vaihtoehdoksi jää geometrian piirron oman työn tarkistaminen. Se on ensisijaisen tärkeää, sen osoittaa myös sisäisten romutuksien tiettyjen kuukausien suuret romutukset, jotka johtuvat väärästä geometriasta. Tämän diplomityön aikana koko Seinäjoen tuotantoteknisen suunnittelun geometrian piirtäjille järjestettiin yhteistyökumppanin kanssa Autocad Mechanical -koulutus. Tämän yhtenä tavoitteena oli toisaalta oppia tulkitsemaan piirustuksia mutta erityisesti käyttämään ohjelmistoja entistä tehokkaammin myös piirustusten epäselvien tilanteiden aukaisemiseen. Koulutuksen kustannukset jäivät kokonaisuudessaan alle 2000 €oon, joten investointina se oli hyvin pieni.

Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittely -toiminnon tuotantotekninen suunnittelu on jakautunut niin, että samaan organisaation kuuluvia suunnittelijoita sijaitsee sekä Seinäjoella että Raahessa. Suunnittelu sijaitsee kahdella paikkakunnalla ja historiasta on juontaneet tavat, että suunnittelua tehdään sinne paikkakunnalle missä istutaan. Tämän tutkimustyön yhtenä tuloksena resurssin kuormitusta on muutettu niin, että ajatusmaailmana on yksi ja sama resurssi. Tässä yhteydessä suunnittelulla tarkoitetaan nimen-

omaan geometrian piirtoa. Resurssia kuormitetaan ja työjonoa seurataan niin, että tarkkaillaan vain yhtä työjonoa ja geometrian piirtoa tehdään sille paikkakunnalle, missä töitä on ja missä suurin kiire on. Tämän mukaisesti toimitaan riippumatta siitä, että missä paikkakunnalla suunnittelija fyysisesti istuu. Tällä toiminnalla koko tuotantoteknisen suunnittelun resurssia saadaan jaettua tasaisemmin ja koko toiminnan toimitusvarmuutta ja tehokkuutta saadaan kehitettyä. Tämän niin sanotun ristiinsuunnittelun lisääminen aiheuttaa myös monia haasteita. Esimerkiksi paikkakakuntien tuotantomenetelmissä ja toimintavoissa on pieniä eroavaisuuksia, joita toiselta paikkakunnalta suunnittelua tekevän on vaikea tiedostaa. Tästä johtuen tämän diplomityön yhtenä tuloksena käynnistettiin erillinen projekti, jonka tavoitteena on yhtenäistää tuotantoteknisen suunnittelun toimintaa Seinäjoen ja Raahen yksikön kesken. Lisäksi tavoitteena on saada ohjeistus tuotannon eri työmenetelmistä molemmilta paikkakunnilta. Ohjeistuksen tarkoituksena on antaa tieto suunnittelulle niistä tekijöistä, jotka ovat otettava huomioon tuotantoteknistä suunnittelua tehtäessä. Tämän diplomityön valmistuessa mainittu projekti on vielä kesken. Välituloksena voidaan mainita, että tähän mennessä saadut hyödyt laadituista ohjeistuksista ovat olleet kiistattomat. Hyötyjä on tullut koko tilaus-toimitus -ketjun alkupään osalle mukaan lukien niin tarjouslaskenta kuin tuotantotekninen suunnitteluakin.

Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittely toiminnan tuotannonohjauksessa on ollut periaatteena viimeiset kaksi vuotta, että kaikki ylimääräinen aika tilauksella jätetään tuotantoteknisen suunnittelun sijoittelu vaiheeseen. Tätä on perusteltu sillä, että mahdollisimman pitkällä sijoitteluajalla on saatu kerätty mahdollisimman paljon massaa sijoitteluun, jolloin mahdollisuus parempien sijoittelujen ja näin ollen paremman tuotoksen saamiseen paranee. Kuitenkin jatkuvana ongelmana on ollut, että huolimatta pitkästä toimitusajasta toimituksille tulee kiire valmistua määräpäivään mennessä. Erityisesti ongelma on korostunut tilauksissa, jotka sisältävät alihankintaa. Alihankintaa sisältävät työvaiheet vaativat alihankintavaiheille pidemmän läpäisyajan ja ne ovat yleensä normaaleissa tilauksissa hyvin kriittisiä. Nyt, kun tilauksien ajoittumista on ohjattu niin että ylimääräinen aika on käytetty sijoitteluvaiheessa, on sama kriittisyys muodostunut alihankintavaiheelle myös pitkän toimitusajan tilauksissa.

Diplomityössä käytiin läpi koko Nestix -ohjelmiston työvaiheiden läpäisyajan muodostuminen. Töiden ajoittuminen aukaistiin ja olemassa olevat arvot listattiin. Yhdessä tuotannon kanssa käytiin jokainen työvaihe läpi ja määriteltiin jokaiselle työvaiheelle oma prioriteettiluku välille 1...7. Aikaisemmat käytetyt prioriteettiluvut olivat 1 ja 2. Ykkönen oli yksikön omille työvaiheille ja kakkonen alihankintatyövaiheille. Prioriteettiluku määrittää ensimmäiseksi lyhennettävän työvaiheen. Pienimmän prioriteettiluvun työvaihetta lyhennetään ensimmäisenä ja isoimman viimeisenä. Lisäksi jokaisen työvaiheen oletus- ja minimiläpäisyajat määritettiin uudelleen. Uusien aikojen periaatteena oli, että oletusläpimenoajat ovat päiviä ja minimiläpimenoajat ovat vuoroja. Aikaisemmat luvut olivat olleet monelta osin oletuksen ja minimin suhteen samoja. KE - työvaiheelle eli keräilylle määritettiin oletusläpimenoajaksi 5 työpäivää ja minimiksi 0. Lisäksi prioriteetiksi määritettiin ainoana työvaiheena yksi. Tällä muutoksella pääs-

tiin siihen haluttuun tilanteeseen, että jos toimitusaika on hyvin pitkä, niin tilaukselle varataan aikaa myös loppupäähän ja valmistaminen aloitetaan aikaisemmin. Vanhoilla arvoilla kaikki ylimääräinen aika varattiin tilauksen alkuun sijoitteluvaiheeseen ja sijoittelu tehtiin vasta viimeisellä mahdollisella hetkellä ennen leikkausta. Taulukossa 7.3 on esitetty uudet ja vanhat arvot.

Taulukko 7.3. Nestixin työvaiheiden läpäisyajat

Työnvaihe	Prioriteetti	Läpäisy aika (oletus)					Läpäisy aika (minimi)				
		vanha arvo	vanha arvo	uusi arvo	vanha arvo	uusi arvo	vanha arvo	vanha arvo	uusi arvo	vanha arvo	uusi arvo
GE	2	Funktio	0;@NOW	0;@NOW+2	tuntia	päivää	Vakio	0	0;@NOW+1	vuorok	päivää
MP	3	Funktio	0;@NOW	0;@NOW+2	tuntia	päivää	Vakio	0	0;@NOW+1	tuntia	päivää
SS	3	Funktio	0;@NOW	0;@NOW+2	tuntia	päivää	Vakio	0	0;@NOW+1	tuntia	päivää
SI	3	Vakio	2		päivää		Vakio	1		päivää	
VS	3	Vakio	-	2	tuntia	päivää	Vakio	-	1	tuntia	päivää
MA	4	Vakio	4	1	tuntia	vuorok	Vakio	-	2	päivää	tuntia
LE	9	Vakio	2	2	vuorok	päivää	Vakio	2		vuorok	
HS	9	Vakio	2	2	vuorok	päivää	Vakio	2		vuorok	
ME	9	Vakio	2		päivää		Vakio	2		vuorok	
LA	9	Vakio	1	2	päivää		Vakio	3		vuorok	
LAVI	9	Vakio	1	2	päivää		Vakio	3		vuorok	
VP	9	Vakio	2		päivää		Vakio	3		vuorok	
VIP	5	Vakio	2		päivää		Vakio	2		vuorok	
VIM	5	Vakio	2		päivää		Vakio	2		vuorok	
VIMP	5	Vakio	2		päivää		Vakio	2		vuorok	
LEVI	6	Vakio	2		vuorok	päivää	Vakio	2		vuorok	
PY	5	Vakio	1	2	vuorok	päivää	Vakio	1	2	päivää	vuorok
JÄ	5	Vakio	2		vuorok	päivää	Vakio	2		vuorok	
PU	4	Vakio	2	1	vuorok	päivää	Vakio	2	1	vuorok	vuorok
ES	4	Vakio	1		päivää		Vakio	2	1	vuorok	vuorok
SÄ	6	Vakio	2		päivää		Vakio	2		vuorok	
SÄ12	6	Vakio	2		päivää		Vakio	2		päivää	vuorok
MANK	7	Vakio	1	2	päivää		Vakio	1	2	päivää	vuorok
KE	1	Vakio	5		päivää		Vakio	0		päivää	
KO	7	Vakio	6	2	päivää		Vakio	3	3	päivää	vuorok
PO	7	Vakio	3	2	päivää		Vakio	2	3	päivää	vuorok
LEIMA	2	Vakio	1	1	päivää	päivää	Vakio	2	1	vuorok	vuorok
TARK	2	Vakio	1	1	päivää	päivää	Vakio	2	1	vuorok	vuorok
ULTRA	2	Vakio	3		päivää		Vakio	3	2	vuorok	vuorok
VV	2	Vakio	1	2	vuorok	päivää	Vakio	1	1	vuorok	päivää
LV	2	Vakio	1	2	päivää	päivää	Vakio	1		päivää	
AL	7	Vakio	5		päivää		Vakio	3		päivää	
ALPO	7	Vakio	5		päivää		Vakio	3		päivää	
ALKO	7	Vakio	5		päivää		Vakio	3		päivää	
ALHI	7	Vakio	7		päivää		Vakio	4		päivää	
ALPU	7	Vakio	5		päivää		Vakio	3		päivää	
ALLE	7	Vakio	5		päivää		Vakio	3		päivää	
ALMA	7	Vakio	5		päivää		Vakio	3		päivää	
ALSÄ	7	Vakio	5		päivää		Vakio	3		päivää	

Tässä tutkimustyössä tuli monissa yhteyksissä esille se, että tuotantoteknisen suunnittelun yksi jokapäiväisistä ongelmista on tilauksien piirustuksien etsiminen. Tilauksien toimittamisessa suunnitteluun on ollut monia eri käytäntöjä ja juuri niiden moninaisuus on ollut suurin ongelma. Suunnittelijat ovat joutuneet etsimään kuvia useista eri paikoista ja siltikään ei täyttä varmuutta kuvien löytymisestä ole ollut. Tämä ongelma oli yhtenä kohtana myös akuuttien ongelmien ratkaisemisessa. Käytännössä tämä tarkoitti tarjouslaskennan ja tilausten käsittelyn ohjeistamista, miten piirustukset tulee toimittaa suunnitteluun. Tällä varmistetaan, että kuva on aina tietyssä paikassa.

Tämä ongelma on tietenkin mahdollinen siitäkin huolimatta, että eri osastot on ohjeistettu toimimaan tietyllä lailla. Piirustus -ongelmaan hahmoteltiin myös ratkaisu, joka käytännössä varmistaisi piirustusten liittämisen jo tarjousvaiheessa laskettavalle tarjoukselle. Tarjouksen mahdollisesti realisoituessa tilaukseksi, sen liitepiirustukset linkittyisivät myös syntyvälle tilaukselle. Tällä muutoksella saataisiin pienennettyä unohtamisen vaaraa piirustusten toimittamisessa. Kehitysidea laitettiin eteenpäin mutta se ei ole edennyt toteutusvaiheeseen vielä tämän tutkimustyön valmistumiseen mennessä.

Tutkimustyön tuloksena voitiin todeta, että tuotantoteknisen suunnittelun sijoittelun osalta merkittävin epäkohta on viisteplasmasijoittelussa. Viisteplasmasijoittelussa joudutaan käyttämään sijoittelun aikana kahta eri ohjelmaa ja pahimmillaan palaamaan ohjelmien välillä edestakaisin. Tutkimustuloksissa esitetty viisteplasmasijoittelun vuokaavio havainnollistaa asian yksiselitteisesti. Kahden ohjelman ongelmakohtana voidaan pitää myös sitä, että kummassakin ohjelmassa on hyviä ominaisuuksia mutta kummasakaan ei ole niitä kaikkia. Viisteplasmasijoittelun kokonaisuuden läpikäynnin jälkeen voitiin todeta, että mikäli yhteen ohjelmistoon saataisiin koottua kaikki tarvittavat hyvät ominaisuudet ja mikäli tällä yhdistämisellä välttyttäisiin lisäksi kahden erillisen ohjelmiston käyttämiseltä, aikasäästö yhdessä päivässä yhdellä henkilöllä olisi noin kaksi tuntia. Johtuen siitä, että Nestix on yleisesti käytössä esikäsittely -toiminnossa ja kaikki muut sijoittelut tehdään Nestix:llä, päätettiin että Nestix Oy:ltä tilataan viisteplasmakoneelle uusi postprosessori, johon rakennetaan myös ne hyvät ominaisuudet, joita Nestix ei aikaisemmin tukenut. Sijoittelijoiden kanssa käytiin kootusti läpi asiat, joita uudessa postprosessorissa tulee huomioida ja listattiin ne kahteen eri prioriteetti luokkaan. Alla on listattuna muutamia esimerkkejä prioriteettiluokka ykkösen asioista.

- Viisteprofiilien todelliset leikkausviivat näkyviin
- Kappaleiden monistaminen viisteineen
- Aloitus- ja lopetuskulmien ja pituuksien muuttaminen samanaikaisesti usealle aloitukselle ja lopetukselle
- Suutin ja virta-arvojen muokkaaminen
- Leikkausprofiilien muutos mahdollisuus plasma- ja skew -ominaisuuden välillä
- Leikkauskoneen ominaisuuksien säätö Nestixissä

Nestix Oy:n antaman työmääräarvion mukaan viisteplasmasijoittelun kehittämiss-hankkeessa listattujen ominaisuuksien rakentamisen takaisinmaksuaika on noin yksi vuosi. Tämän tutkimustyön valmistumisen mennessä Nestix Oy on aloittanut postpro-cessorin rakentamisen ja käyttöönotto tulee ajoittumaan vuoden 2012 viimeiselle nel-jännekselle.

8 YHTEENVETO JA JATKOKEHITYS

Liiketoimintaympäristön arvaamattomuuden ja markkinoiden muutosnopeuden takia yritysten, ja siten yksittäisten toimintojen, on pystyttävä vastaamaan muuttuviin kilpailutilanteisiin. Kilpailukykyinen organisaatio huolehtii ydinosaamisestaan, resursseistaan ja osaamisen ylläpitämisestä. Kilpailukykyinen organisaatio osaa hyödyntää uusia toimintoja ja tehokkuutta parantavia käytäntöjä, esimerkiksi Lean -filosofiaa, räätälöiden niistä itselleen parhaiten soveltuvat toimintamallit. Leanin avulla on mahdollisuus kohdallaisen pienin muutoksin ja panoksin lisätä toiminnan tehokkuutta ja karsia havaittuja puutteita.

Tämän diplomityön tavoitteena oli kehittää Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittelytoiminnan tuotantoteknistä suunnittelua. Ratkaisuna tutkimustyössä kartoitettiin ja kuvattiin tuotantoteknisen suunnittelun nykytila ja etsittiin kehittämiskohteita ja ratkaisuja Lean -filosofian periaatteita noudattaen, huomioiden nykytilan kuvauksen esiintuomat tekijät. Tutkimustyön tuloksena syntyi lukuisia kehityskohteita joiden muuttamisella ja kehittämisellä toimintaa saatiin ja tullaan jatkossa saamaan tehokkaammaksi ja laadukkaammaksi. Kokonaisvaikutuksesta muodostuu merkittävä vaikka hyvin moni kehityskohteista oli yksittäisenä tekijänä melko pieni. Suurin yksittäinen kehityskohta oli viisteplasmasijoittelun toimintamallin uudistaminen ja siirtyminen kahden nestaus - ohjelmiston käyttämisestä yhteen. Lisäksi yhteen käytettävään ohjelmistoon tullaan rakentamaan molempien aikaisemmin käytössä olleiden ohjelmistojen ominaisuudet. Tällä muutoksella saadaan aikaan se, että sijoittelija pystyy hoitamaan koko sijoitteluprosessin yhdellä ohjelmistolla. Se nopeuttaa ja tehostaa sijoitteluprosessia sekä vähentää monitaitoisuuden tarvetta. Monitaitoisuustarpeen väheneminen mahdollistaa resurssien paremman hyödyntäminen ja kuormituksen johtuen siitä, että yhä useampi henkilö on kykenevä suorittamaan kyseistä sijoittelutoimintoa.

Merkittävä muutos toiminnassa, tämän tutkimustyön tuloksena, on myös koko tuotantoon vaikuttava läpäisyajojen uusi mallintaminen sekä työnvaiheiden uudelleen priorisointi. Tällä muutoksella muutettiin koko tuotannon ohjausta jakaen työaikaa tiettyissä tapauksissa myös työnvaiheketjun loppupäähän sen sijaan, että kaikki ylimääräinen aika olisi sijoitteluvaiheessa. Muutoksella saavutettiin se, että esimerkiksi tilauksilla, joilla on pitkä toimitusaika, sijoittelu tehdään samalla aikataululla kuin tilaukset, joilla on lyhyempi toimitusaika. Näin ollen tilaus saatiin tuotantoon riittävän ajoissa ja ylimääräistä aikaa jaetaan kaikille työvaiheille. Lisäksi muutoksella saatiin varattua ylimääräistä aikaa alihankintavaiheille, silloin kun se on mahdollista ja tarpeellista.

Diplomityön tuloksena muutettiin tuotantoteknisen suunnittelun ohjauksen koko ajatusmaailmaa. Aikaisemmin Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittelytoiminnassa on

ollut resurssien ohjauksen perusteena sijoittelijan fyysinen sijainti. Käytännössä tämä on tarkoittanut sitä, että tuotantolaitoksen tuotantoteknistä suunnittelua on tehnyt vain kyseisen paikkakunnan tuotantotekninen suunnittelija. Näin ollen tuotantoteknisessä suunnittelussa on jäänyt hyödyntämättä merkittävä määrä resursseja. Diplomityön yhtenä tuloksena tuotantotekninen suunnittelu on yhdistetty yhdeksi resurssiksi geometrian piirron osalta. Tämä on käytännössä tarkoittanut sitä, että jatkossa tuotantotekninen suunnittelija tekee tuotantoteknistä suunnittelua joko Seinäjoelle tai Raahen, riippumatta siitä missä hän fyysisesti istuu. Tästä johtuen myös tuotantoteknisen suunnittelun geometrian piirron työjonot Seinäjoen ja Raahen osalta on yhdistetty. Edellä mainittu toimenpide on synnyttänyt myös erillisiä projekteja, joiden tarkoituksena on ollut luoda yhtenäiset toimintamallit sekä ohjeistukset. Näillä pyritään siihen, että tuotantotekninen suunnittelu huomioi aina molempien paikkakuntien tuotantojen tarpeet riippumatta siitä, missä tuotantotekninen suunnittelu fyysisesti tehdään. Tuotantoteknisen suunnittelun yhdistämisen yhtenä osa-alueena on ollut myös mittareiden ja arviointien yhdistäminen. Tämä on tarkoittanut sitä, että esimerkiksi reklamaatiotaajuutta ja sisäistä toimitusvarmuutta on aloitettu seuraamaan yhteisenä mittarina huomioiden molemmat paikkakunnat, sekä Seinäjoen että Raahen.

Diplomityön aikana tuli esille useita yksittäisiä tekijöitä, jotka vaikuttavat tuotantoteknisen suunnittelun tehokkuuteen alentavasti. Osa näistä tekijöistä on ollut vaikuttamassa hyvinkin pitkään. Moni tällaisista pitkäaikaisista tekijöistä on ollut historian tulosta, johtuen pitkällä aikavälillä muotoutuneesta toimintamallista. Näitä tekijöitä ja ongelmia kartoitettiin tässä työssä muun muassa ryhmittäin. Tuotantoteknisen suunnittelun työntekijöistä kootuissa ryhmissä keskusteltiin ongelmakohdista ja niihin etsittiin ratkaisumalleja. Osa näistä ratkaisumalleista saatiin realisoitumaan tämän diplomityön aikana ja osa ratkaisusta on käynnistänyt oman kehitysprojektin, jonka lopullisia tuloksia ei ole vielä tämän diplomityön valmistumiseen mennessä mahdollista esittää.

Diplomityössä tuli esiin myös asioita ja tuloksia, jotka alun perin olivat näyttäneet tuotantoteknisen suunnittelun kannalta huonoilta, mutta jotka tarkemman tutkimisen jälkeen osoittautuivat joko ristiriitaisiksi tai vääriksi. Tällainen ristiriitainen tulos liittyi sisäisiin romutuksiin, jotka johtuvat tuotantoteknisestä suunnittelusta. Ongelmaksi sisäisissä romutuksissa muodostui erilaisten raporttien ja tietokantojen ristiriitaiset tulokset. Lisäksi yhdistettynä itse tuotantoteknisten suunnittelijoiden haastatteluissa esiin tullessiin asioihin, tulokset näyttäytyivät hyvin epäluotettavassa valossa. Edellä mainituista tekijöistä johtuen sisäisistä romutuksista ja niiden kirjauksista järjestelmään aloitettiin erillinen tutkimustyö, jonka tuloksia ei saatu kirjattua tämän diplomityön puitteissa. Tämän erillisen tutkimustyön tarkoituksena oli selvittää, että kirjataanko sisäiset hylkäykssyyt järjestelmän tuotannon työntekijöiden toimesta oikein. Lisäksi erillisen tutkimustyön puitteissa luodaan selkeä ohjeistus tuotantotekniselle suunnittelulle siitä, kuinka menetellään tietyissä tilanteissa, jotka vaikuttavat merkittävästi sisäisten romutuksien määrään.

Tutkimustyössä tuli esiin useita erilaisia asioita ja kohteita, joita kehittämällä tuotantoteknisen suunnittelun toimintaa saadaan kehitettyä ja tehostettua. Työssä useita

niistä myös kehitettiin ja useille luotiin ratkaisut tai uudet toimintamallit. Näiden lisäksi esiin nousi sellaisia asioita, joiden kehittäminen ei ollut mahdollista nyt. Osa näistä kehityskohteista esitetään seuraavassa jatkokehitys -hankkeina. Osa hankkeista on realisoitunut erillisinä projekteina tämän diplomityön valmistumiseen mennessä.

Tutkimustyössä nousi yhtenä merkittävänä asiana esiin tuotantoteknisen suunnittelun geometrian piirron työjonon priorisointi. Tällä hetkellä työjonoa ohjaa niin sanottu kahden päivän -säätö. Käytännössä tämä ohjaa tilauksien tekemistä niin, että ensimmäisenä tehdään se mikä on tullut ensimmäisenä. Tämä ei kaikissa tilanteissa ole hyvä asia, koska tilauksilla on erilaiset toimitusajat ja erilaiset työvaiheketjut. Työjonon priorisoinnin kehittäminen on sellainen kehitystoimenpide, että se edellyttää kokonaisvaltaisempaa suunnittelua ja asiaan perehtymistä. Tästä johtuen se tehdään erillisenä jatkokehityshankkeena.

Toinen merkittävä kehityskohde tuotantoteknisen suunnittelun tehokkuuden kehittämisen kannalta ja myös tuotantoon vaikuttava tekijä on särmäyksensuunnittelutyökalun kehittäminen. Särmäyksensuunnittelutyökalu on Nestix -ohjelmiston toiminto, jolla hoidetaan särmäyksen suunnittelu sisältäen levitysaihion laskennan, työkalujen valinnan ja työajan laskennan. Tutkimustyössä tuli esille, että työkalussa on lukuisia puutteita ja kehitysmahdollisuuksia, joilla saadaan sen käyttöä tehostettua. Lisäksi työkalun ajanlaskenta ei toimi virheettömästi ja vaatii kehittämistä. Särmäyksensuunnittelun kehittämisestä tullaan käynnistämään oma projektinsa, joka vaatii aikanaan Nestix Oy:n panosta kehitystoimenpiteiden eteenpäin viemiseksi. Projekti vaatii myös syvällisempää työn tutkimusta uusien ajanlaskentakaavojen määrittämistä varten.

Kolmas, ehkä merkittävin, esiin nostettava jatkokehityshanke on toistuvien tilauksien automatisointi. Tuotantoteknisen suunnittelun geometrian piirron vuokaavio kuvassa 5.4 havainnollistaa toistuvien tilauksien käsittelyä. Silloin kun tilaus on toistuva, eli tilattavat piirustukset, niiden revisiot ja kappalemäärät ovat samat, tilaus tehdään aina tuotannon näkökulmasta samalla tavalla ja samoilla työvaiheilla. Silti tuotantoteknisen suunnittelun on joka kerta käytävä manuaalisesti vapauttamassa tilaus ensin geometrianpiirtoon, sitten sijoitteluun ja lopuksi tuotantoon. Geometrianpiirto -vaiheessa jokaiselle tilausriville on manuaalisesti päivitettävä oletustyönvaiheketju, joka on piirustukselle ensimmäisellä tilauksella määritetty. Toistuvien tilauksien, silloin kun piirustusnumerot ja revisiot täsmäävät, olisi oltava täysin automatisoituja tuotantoteknisen suunnittelun näkökulmasta. Tämän mahdollisuuden tutkiminen jatkokehityshankkeena on ehdottoman tärkeää siinä piilevän tehostamisen potentiaalin vuoksi.

Tuotantoteknisen suunnittelun kehittäminen on jatkossakin oltava jatkuva prosessi. Vain jatkuvasti parantamalla on mahdollista pysyä kilpailukykyisenä. Asiakkaiden jatkuvasti kasvavat laatuvaatimukset sekä halu entistä pidemmälle jalostettuihin tuotteisiin vaativat yhä enemmän ja enemmän myös tuotantotekniseltä suunnittelulta. Siksi on ensisijaisen tärkeää, että koko prosessi on kunnossa ja tehokasta sekä laaduntuottokyky mahdollisimman korkealla.

Tutkimus avasi allekirjoittaneelle aivan uusia näkökulmia esikäsittely -toiminnon tilaus-toimitus -ketjussa laadukkaaseen toimintaan vaikuttavista tekijöistä. Tutkimuksen

kohdistuminen oman vastualueen toimintaan Ruukki Metals Oy:ssä antoi erinomaisen mahdollisuuden perehtyä tuotantotekniseen suunnitteluun hyvin yksityiskohtaisesti. Tutkimustyössä kerättiin merkittävästi aineistoa sekä tuotantoteknisestä suunnittelusta että Seinäjoen ja Raahen teräksen esikäsittelytoiminnon tuotannostakin. Prosesseja ja toimintatapoja käytiin läpi erilaisissa ryhmätyöskentelytilanteissa ja yksittäisiä henkiöitä haastatteleamalla. Nämä kaikki käytetyt tutkimusmenetelmät ja tulokset antoivat kattavan kuvauksen koko tuotantoteknisen suunnittelun tilasta sekä käsityksen siitä, että miin suuntaan Ruukki Metals Oy:n teräksen esikäsittelytoiminnan tuotantoteknistä suunnittelua on kehitettävä. Nämä kaikki tekijät antoivat erinomaisen ponnahduslaudan toimimiseen menestyksekkäästi, diplomityön aloitus hetkellä melko uudessa, tehtävässä.

LÄHTEET

Aaltio, E. & Olkkonen, T. 1976. Tuotanto ja sen ohjaus. Tapiola, Weilin+Göös. 198s.

Aaltonen, K., Andersson, P. & Kauppinen, V. 1997. Levytyö- ja työvälinetekniikat. Porvoo, WSOY. 264 s.

Burton, T. & Boeder, S. 2003. Lean Extended Enterprise: Moving Beyond the Four Walls to Value Stream Excellence. Florida: J. Ross Publishing, Inc. 272 s.

Kauppinen, P., Kivistö, I. & Strömberg, O. 1989. Tuotannonohjaus metalliteollisuudessa. Helsinki, Valtion painatuskeskus. 162 s.

Konsultointi Arvio Oy:n www-sivut 2012 Saatavissa:
www.arvio.fi/artikkelit_laaturakustannukset.html

Laatuakatemian www -sivut. 2010. Saatavissa:
www.kotiposti.net/tuurala/Laaturakustannukset.htm

Laamanen, K. & Tinnilä, M. 2008. Terms and concepts in business process management. Prosessijohtamisen käsitteet. Helsinki, Teknologia teollisuus ry. 144 s.

Liker, J. 2004. The Toyota Way. New York, McGraw-Hill. 330 s.

Liker, J. 2006. Toyotan tapaan. Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy. 323 s.

Lysons, K., & Farrington, B. 2006. Purchasing and Supply Chain Management 7th edition. Essex, Pearson Education Limited.. 709 s.

Martin, J. 2007. Lean Six Sigma for Supply Chain Management. United States of America, The McGraw-Hill Companies. 411 s.

Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki, Painatuskeskus. 102 s.

Nestix Oy:n www-sivut 2012. Saatavissa: www.nestix.fi

Oy Esab www-sivut. 2012. Saatavissa: www.esab.com

Rakennusteollisuuden-yhteisraportti 2009, Saatavissa: tuuta oulu.fi/lean%20kehitysprojektin%20raportti%20final.pdf

Ruukin Opex Service -portaali 2012. Saatavissa: intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Pages/Operational%20Excellence/OPEX%20frontpage_fi.aspx

Rautaruukki Oyj. 2012. Tietoa yhtiöstä. [WWW]. [Viitattu 29.4.2012]. Saatavissa: <http://www.ruukki.fi/Tietoa-yhtiosta>.

Sakki, J. 1999. Logistinen prosessi. Tilaus – toimitusketjun hallinta. Espoo, Rastaman Oy. 238 s.

SAP Finlandin www-sivut. 2012. Saatavissa: www.sap.com

Stevenson, W. 2009. Operations Management. Boston, McGraw-Hill Irwin. 906 s.

Tyynismaa, M. Shape Cut Process [Power Point esitys]. Ruukki Metals Oy, Seinäjoki. 2010.

Työterveyslaitoksen www-sivut. 2012. Saatavissa: www.ttl.fi/partner/kamat/tietokortteihin/Documents/Terminenleikkaus.pdf

Uusi-Rauva, E., Haverila, M., Kouri, I. & Miettinen, A. 2003. Teollisuustalous. Tampere, Tammer-Paino. 438 s.

Uusi-Rauva, E., Haverila, M., Kouri, I. & Miettinen, A. 1999. Teollisuustalous. Tampere, Tammer-Paino. 472 s.

Womack, J. & Jones, D. 2003. Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation. London, Dimon & Shuster UK Ltd. 396 s.

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. 1990. The machine that changed the world. New York, Free Press.